



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 297 296**

51 Int. Cl.:
B64D 13/06 (2006.01)
F25B 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04009312 .2**
86 Fecha de presentación : **20.04.2004**
87 Número de publicación de la solicitud: **1527994**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **04.05.2005**

54 Título: **Sistema y procedimiento de climatización para el tratamiento de aire para la climatización de un ambiente.**

30 Prioridad: **29.10.2003 DE 103 50 541**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2008

73 Titular/es: **Liebherr-Aerospace Lindenberg GmbH**
Pfanderstrasse 50-52
88161 Lindenberg/Allgäu, DE

72 Inventor/es: **Brutscher, Norbert y**
Haas, Joachim

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

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 y procedimiento de climatización para el tratamiento de aire para la climatización de un ambiente.

5 La presente invención comprende un sistema de climatización, especialmente un sistema de climatización para la climatización de una cabina de pasajeros de un avión, acorde al término genérico de la reivindicación 1. La invención comprende, además, un procedimiento para el tratamiento de aire para la climatización de un ambiente, especialmente para la climatización de una cabina de pasajeros de un avión.

10 Se conocen sistemas de climatización para aviones con múltiples diferentes modos de ejecución. Sirven especialmente para calefaccionar y refrigerar la cabina, para la presurización de la cabina así como para la provisión de aire fresco. Es de importancia que el sistema de climatización posea un tamaño de construcción y un peso relativamente pequeños, lo cual es de gran interés especialmente en la construcción de aviones. Sistemas de climatización ya conocidos presentan en general un dispositivo de árbol que incluye un compresor así como una turbina, que puede estar
15 provisto adicionalmente de un ventilador dispuesto en un canal de presión dinámica. En el canal de presión dinámica se encuentran, en los sistemas conocidos, uno o múltiples termocambiadores que sirven para la refrigeración del aire tomado de los mecanismos o los suplementos auxiliares. En el caso de sistemas ya conocidos el aire comprimido es refrigerado primero en un primer termocambiador en el canal de presión dinámica, luego es comprimido en el compresor del dispositivo de árbol, en un segundo termocambiador dispuesto en el canal de presión dinámica es nuevamente refrigerado y luego regresa a un circuito separador de agua. Posteriormente el aire deshumectado de este modo regresa a través de la turbina del dispositivo de árbol y es conducido luego a una cámara de mezcla o a la cabina de pasajeros.

Se conocen sistemas de climatización que, por motivos de redundancia, presentan dos de los sistemas mencionados. Además se conocen modos de ejecución en los que no se encuentran todos los componentes repetidos sino solamente
25 los que poseen una posibilidad de selección relativamente alta. Semejante sistema de climatización, en el cual el dispositivo de árbol se encuentra presente dos veces, pero el termocambiador de aire dinámico y el circuito separador de agua una sola vez, se conoce por la memoria EP 0 891 279 B1.

Un perfeccionamiento del sistema conocido por esta memoria es el objeto de DE 102 01 426. El sistema de climatización presentado en esa memoria presenta al menos un termocambiador dispuesto en el canal de presión dinámica para la refrigeración de aire comprimido. El termocambiador incluye al menos una primera unidad de intercambio térmico y una segunda unidad de intercambio térmico separada de la primera del lado del aire comprimido, una de las cuales está unida con respectivamente uno de los dispositivos de árbol. Los dispositivos de árbol presentan compresores unidos por el lado de salida con la entrada del lado del aire comprimido de las unidades de intercambio térmico separadas del lado del aire comprimido. Las unidades de intercambio térmico cuentan cada una con una propia alimentación de aire comprimido.
35

Para al menos dos unidades de intercambio térmico están previstos un canal de entrada de aire dinámico y canales de salida de aire dinámico separados entre sí de acorde a la mecánica de fluidos.
40

Mediante el sistema de climatización presentado en la memoria DE 102 01 426 A1 se logra una disposición especialmente compacta y al mismo tiempo confiable, redundante y económica.

En caso del sistema de climatización descrito anteriormente, se extrae de los mecanismos el aire comprimido conducido al sistema. Sin embargo, la toma directa del aire fresco a ser tratado desde los mecanismos, es problemática en el sentido que la toma del aire de los mecanismos en general está asociada a una reducción indeseada del rendimiento de los mecanismos.
45

Por la memoria US 4 523 517 A4 se conoce un sistema de climatización acorde al término genérico de la reivindicación 1. Está previsto, a su vez, que los compresores sean alimentados del lado de entrada con aire dinámico o del entorno y que estén previstos uno o múltiples motores mediante los cuales son accionables los compresores. Acorde a la invención no se les suministra con ello a los compresores aire tomado de los mecanismos, sino simplemente aire dinámico o del entorno, que es comprimido en los compresores y luego conducido a las unidades de intercambio térmico. A su vez están previstos uno o múltiples motores, mediante los que se accionan los compresores. Los motores son necesarios para completar el rendimiento de los compresores dispuesto por un paso de distensión, o en caso del bypass del paso de distensión, para asegurar el funcionamiento de los compresores.
55

Ese tipo de sistemas de climatización presenta la ventaja de que funciona sin ningún tipo de aire de toma de los mecanismos. Al sistema se le suministra solamente aire dinámico o del entorno, a saber, tanto como aire a tratar como así también como medio de enfriamiento para el aire a ser tratado.
60

Sin embargo, en este sistema el separador de agua está dispuesto en el área de presión baja detrás de la turbina, lo cual trae consigo la desventaja de que la temperatura de salida de la turbina debe ser superior a 0°C. De ello resulta la desventaja de que, para garantizar el mismo rendimiento de refrigeración, se deba cubrir una masa de aire mayor, que a su vez genera que la turbina se construya comparativamente grande, lo cual es indeseado. A su vez, la refrigeración requerida durante el funcionamiento en tierra debe ponerse a disposición mediante un sistema separado, mientras que el compresor solo posibilita una ventilación de la cabina, dado que el aire húmedo en la tierra haría congelar la turbina. De ese modo sólo se pueden aprovechar insuficientemente los componentes del sistema.
65

El objetivo de la presente invención es, por ello, perfeccionar un sistema de climatización acorde al término genérico de la reivindicación 1, para que las desventajas del estado de la técnica sean evitadas y puedan ser aprovechado de manera óptima todos los componentes del sistema.

Este objetivo se logra a través de un sistema de climatización con las características acorde a la reivindicación 1, así como con un procedimiento para el tratamiento del aire para la climatización de un ambiente con las características de la reivindicación 22. A su vez, acorde a la invención, un separador de agua está preconectado a la turbina, asimismo el conducto de bypass de turbina rodea del lado del aire comprimido tanto al separador de agua como también a la turbina.

Los condicionamientos ventajosos de la invención son objeto de las subreivindicaciones.

En otro acondicionamiento de la invención está previsto un sistema de climatización con al menos un termocambiador dispuesto en un canal de presión dinámica para la refrigeración del aire comprimido, así como con al menos un primer y un segundo dispositivo de árbol, asimismo el termocambiador incluye al menos una primera unidad de intercambio térmico y una segunda unidad de intercambio térmico separada de la primera del lado del aire comprimido, ambas dispuestas en un canal de presión dinámica común, y de las cuales una está unida con respectivamente uno de los dispositivos de árbol, asimismo los dispositivos de árbol presentan compresores, que del lado de salida están unidos respectivamente con la entrada del lado del aire comprimido de las unidades de intercambio térmico, asimismo los compresores son alimentados del lado de entrada con aire dinámico o del entorno y están previstos uno o múltiples motores, mediante los cuales son accionables los compresores.

En otro acondicionamiento de la invención está previsto que las unidades de intercambio térmico conformen una unidad constructiva. Están dispuestas en el canal de presión dinámica común.

Puede estar previsto que para al menos dos unidades de intercambio térmico esté previsto un canal de salida de aire dinámico común, asimismo a los fines de la modificación de la corriente de aire dinámico, y con ello el rendimiento de refrigeración de las unidades de intercambio térmico, puede estar prevista una válvula de entrada de aire dinámico con posición regulable.

En otro acondicionamiento de la invención está previsto, para las al menos dos unidades de intercambio térmico, un canal de salida de aire térmico común. En él pueden estar previstos uno, dos o más ventiladores accionados mediante motor. Estos procuran, en el funcionamiento en tierra, que se mantenga una circulación del canal de aire comprimido y aseguran el rendimiento de refrigeración de las unidades de intercambio térmico dispuestas en el canal de presión dinámica. Del mismo modo es posible prever canales de salida de aire dinámico separados para las al menos dos unidades de intercambio térmico. A su vez, en cada uno de los canales de salida de aire dinámico, separados entre sí y que comienzan directamente en el lado de salida de las unidades de intercambio térmico, pueden estar dispuestos uno o preferentemente dos o más ventiladores accionados por motor.

Los ventiladores pueden estar dispuestos en áreas parciales del canal de salida del aire dinámico, separadas entre sí según a la mecánica de fluidos. Esta separación, según la mecánica de fluidos, se refiere preferentemente sólo a un área parcial del canal de salida de aire dinámico y ventajosamente no al área conectada directamente a las unidades de intercambio térmico. Para impedir que en caso de fallar uno de los ventiladores, el ventilador en funcionamiento expulse el aire a través del ventilador detenido y no a través de las unidades de intercambio térmico, se puede prever que corriente debajo de los ventiladores estén previstas válvulas de retención, que impiden que en las áreas parciales del canal de salida de aire comprimido, alimentadas por los ventiladores, se obtenga una corriente inversa.

Para aumentar la permeabilidad del canal de presión dinámica se puede prever que en el canal presión dinámica estén dispuestos uno o múltiples by pass de ventiladores, también provistos de válvulas de retención. Al menos un bypass puede estar dispuesto, por ejemplo, entre las áreas parciales del canal de salida de aire dinámico, alimentadas por los ventiladores respectivos.

En otro acondicionamiento de la invención está previsto que en el caso de los compresores se trate de compresores de varios pasos, de los cuales el primer paso es alimentado por el lado de entrada con aire dinámico o del entorno y el último paso está unido del lado de salida con la entrada del lado del aire comprimido de las unidades de intercambio térmico. Se pueden aplicar, por ejemplo, compresores de dos o también múltiples pasos.

Los dispositivos de árbol pueden presentar al menos un compresor, una turbina como paso de distensión, así como un motor. El motor para el accionamiento de los compresores es con ello preferentemente un componente integral de un dispositivo de árbol.

En otro acondicionamiento de la invención cada uno de los dispositivos de árbol está unido respectivamente a un circuito separador de agua. Los circuitos separadores de agua sirven para la deshumectación del aire suministrado al paso de distensión. En principio también puede estar previsto que para múltiples dispositivos de árbol esté previsto un circuito separador de agua común.

Especialmente en caso de alturas de vuelo elevadas puede ser necesario que el aire que sale de las unidades de intercambio térmico del lado del aire comprimido no sea conducido por el circuito separador de agua y el paso de

distensión, para garantizar una permeabilidad suficiente del sistema y asegurar que el rendimiento de compresión alcanza para garantizar una presurización de la cabina suficiente. En este caso, el rendimiento de refrigeración no se obtiene por el paso de distensión sino esencialmente por la unidad de intercambio térmico. Un bypass del circuito separador de agua es posible, dado que el aire a grandes alturas de vuelo es relativamente seco y por ello no se requiere necesariamente una separación de agua. Para asegurar especialmente en este caso una refrigeración suficiente del aire de la cabina, puede estar previsto adicionalmente que se accione un circuito de aire de cabina en el cual se encuentran dispuestos medios para expulsar calor del aire conducido por el circuito. Los medios para expulsar el calor pueden ser ejecutados de cualquier manera. Pueden comprender un termocambiador o también un aparato evaporador, por el cual se conducen los medios refrigerantes adecuados.

A su vez es especialmente ventajoso si el termocambiador presenta otra unidad de intercambio térmico alimentable con aire dinámico o del entorno, que no está unida del lado del aire comprimido con la primera ni con la segunda unidad de intercambio térmico. Esta unidad de intercambio térmico puede estar constituida como condensador y estar unida al aparato evaporador. El aparato evaporador así como el condensador pueden ser elementos constitutivos de un circuito cerrado del medio de refrigeración.

En otros acondicionamientos de la invención están previstos uno o múltiples conductos de by pass que se extienden desde el lado de salida de las unidades de intercambio térmico hacia los lados de salida de las turbinas, bloqueables mediante una válvula respectiva que se encuentra en su interior. Los conductos de bypass sirven para elevar la permeabilidad del sistema en caso de grandes alturas de vuelo. En este modo de funcionamiento puede ser necesario, realizar un bypass, especialmente del circuito de separación de agua y/o de la turbina, para mantener tan bajo como sea posible la pérdida de presión del aire saliente del compresor. En este caso el aire refrigerado en las unidades de intercambio térmico es alimentado mediante el bypass, preferentemente corriente abajo respecto de la turbina, preferentemente corriente abajo respecto del condensador del circuito separador de agua y luego conducido a una cámara de mezcla o a la cabina de pasajeros.

En otros acondicionamientos de la invención la turbina está unida, del lado de entrada y a través de un conducto que puede ser cerrado por una válvula, con la cabina o una cámara de mezcla preconectada, y del lado de salida y a través de un conducto que puede ser cerrado por una válvula, con el entorno, asimismo están previstos medios a través de los cuales la turbina puede aislarse de los conductos que conducen al aire comprimido en el compresor. Los medios pueden estar constituidos como válvulas, dispuestas en el conducto de entrada que une la turbina con el circuito de separación de agua así como en el conducto de salida que une la turbina con la cámara de mezcla o con la cabina.

La presente invención comprende además un procedimiento para el tratamiento del aire para la climatización de un ambiente, especialmente para la climatización de una cabina de pasajeros de un avión, acorde a la reivindicación 22. En un primer modo de funcionamiento el aire refrigerado en las unidades de refrigeración es conducido a un circuito separador de agua y es distendido en un paso de distensión y conducido al ambiente a ser climatizado o a la cámara de mezcla preconectada. Especialmente en el caso de alturas de vuelo elevadas en un segundo modo de funcionamiento está previsto que el aire refrigerado en las unidades de intercambio térmico sea conducido, rodeando al circuito de separación de agua y/o del paso de distensión, directamente al ambiente a ser climatizado o a una cámara de mezcla preconectada.

Como mencionado anteriormente el primer modo de funcionamiento se aplicará preferentemente en el funcionamiento en tierra o en caso de alturas de vuelo bajas, y el segundo modo de funcionamiento preferentemente en alturas de vuelo elevadas.

El rendimiento de refrigeración para la refrigeración del aire conducido a las unidades de intercambio térmico a través de aire dinámico o del entorno es controlada o regulada por la modificación de la posición de una válvula de entrada de aire dinámico y/o a través de la modificación del funcionamiento de los ventiladores dispuestos en el canal de salida del aire dinámico.

Para aumentar el rendimiento de refrigeración puede estar previsto que el aire de la cabina sea conducida al menos parcialmente en el circuito y sea así llevada a un proceso de refrigeración. A su vez, en un acondicionamiento ventajoso del procedimiento está previsto que la refrigeración se lleve a cabo mediante un medio de enfriamiento conducido en el circuito, y porque al medio de enfriamiento se le extrae calor en una unidad de intercambio térmico dispuesta en un canal de presión dinámica del sistema de climatización. A su vez puede preverse que las condiciones de temperatura y presión se seleccionen de modo que el medio de enfriamiento se condense en las unidades de intercambio térmico. Para aprovechar la potencia energética del aire de la cabina, en otro acondicionamiento de la invención se puede prever que en el segundo modo de funcionamiento se distienda el aire de la cabina en la turbina y luego se agregue al aire del entorno.

La invención comprende además un sistema de climatización, especialmente un sistema de climatización para la climatización de una cabina de pasajeros de un avión, con al menos un termocambiador dispuesto en un canal de presión dinámica, con al menos un dispositivo de árbol unido al termocambiador del lado del aire comprimido, con al menos un compresor alimentado del lado de entrada con el aire comprimido o del entorno y al menos una turbina, con al menos un motor para el accionamiento del compresor, con un conducto de bypass de turbina para evitar la turbina del lado del aire comprimido, así como con al menos un dispositivo de mando con el cual el sistema de climatización es accionable en un primer modo de funcionamiento, en el cual el aire comprimido en la turbina es distendido, y es

accionable en un segundo modo de funcionamiento, en el cual el aire comprimido es conducido predominantemente o completamente por el conducto de bypass de turbina, asimismo el dispositivo de mando está unido al motor y está configurado de modo tal que el motor en el primer modo de funcionamiento es accionado de manera que el rendimiento del motor es utilizada a los fines de enfriamiento así como de presurización, y en el segundo modo de funcionamiento es accionado de modo que el rendimiento del motor se utiliza para la compresión del aire dinámico o del entorno.

A su vez puede preverse que el primer modo de funcionamiento se aplique en el funcionamiento en tierra o en alturas de vuelo bajas, y el segundo modo de funcionamiento en alturas de vuelo comparativamente mayores.

En un acondicionamiento preferido de la invención el sistema de climatización es ejecutado acorde a una de las reivindicaciones 1 a 21.

Semejante sistema de climatización posee la ventaja de que el rendimiento disponible del motor, del motor del compresor, no se desaprovecha ampliamente, especialmente en el funcionamiento en tierra o en alturas de vuelo bajas, sino se utiliza sobre todo o exclusivamente para la refrigeración y presurización de la cabina, es decir, para la compresión del aire dinámico o del entorno. El motor puede, por ejemplo, funcionar en un área del 80 - 100% de su rendimiento máximo. La refrigeración se alcanza a través de la distensión del aire correspondientemente comprimido, en la turbina del dispositivo de árbol. A mayores alturas de vuelo el rendimiento disponible del motor es utilizado esencialmente o exclusivamente para la compresión del aire del entorno hasta alcanzar el nivel de la cabina, es decir, para la presurización de la cabina. La refrigeración se lleva a cabo a través del termocambiador de aire dinámico y a través de una refrigeración opcional del aire del entorno.

El sistema de climatización presenta la ventaja de que el rendimiento del motor del compresor también se utiliza en el funcionamiento en tierra o a alturas de vuelo menores en su mayor parte o exclusivamente para la refrigeración, de modo que los circuitos de aire de la cabina 100 que vemos en la figura 2 pueden ser ejecutados con un rendimiento de refrigeración correspondientemente reducido. Otra ventaja resulta porque en el primer modo de funcionamiento un circuito separador de agua preconectado a la turbina es aprovechable, de modo que, por ejemplo, también en el funcionamiento en tierra es posible una deshumectación.

La presente invención comprende además un procedimiento para el tratamiento de aire para la climatización de un ambiente, especialmente para la climatización de una cabina de pasajeros de un avión, que comprende los siguientes pasos: compresión del aire dinámico o del entorno en una unidad de compresión accionada mediante un motor y conducción del aire comprimido a un termocambiador, refrigeración del aire conducido al termocambiador a través de aire dinámico o del entorno, asimismo en un primer modo de funcionamiento el aire refrigerado en el termocambiador es distendido en un paso de distensión, asimismo en un segundo modo de funcionamiento el aire refrigerado en el termocambiador es conducido preponderantemente o completamente por el bypass rodeando al paso de distensión, y asimismo en el primer modo de funcionamiento el rendimiento del motor es utilizada a los fines de enfriamiento así como de presurización, y en el segundo modo de funcionamiento es accionado de modo que el rendimiento del motor se utiliza para la compresión del aire dinámico o del entorno.

En el primer modo de funcionamiento puede estar previsto que la refrigeración del aire se lleve a cabo a través de el o los termocambiadores de aire dinámico, así como a través de la distensión del aire comprimido en la turbina. En el segundo modo de funcionamiento puede estar previsto que la refrigeración del aire se lleve a cabo a través de el o los termocambiadores de aire dinámico, así como a través de una refrigeración del aire del entorno.

Puede estar previsto que en el primer modo de funcionamiento el rendimiento disponible del motor se utilice sobre todo o exclusivamente a los fines de refrigeración, así como para la presurización de la cabina o de cualquier otro ambiente a ser presurizado, y que en el segundo modo de funcionamiento el rendimiento disponible del motor se utilice sobre todo o exclusivamente a los fines de presurización, es decir, para la compresión del aire dinámico o del entorno hasta alcanzar el nivel del ambiente a ser presurizado, especialmente de la cabina.

El rendimiento disponible del motor puede corresponderse, en otro acondicionamiento de la invención, al valor del rendimiento del motor que debe realizar el motor en la altura de vuelo máxima, cuando la turbina es accionada en bypass, es decir, no está disponible para el accionamiento del compresor. En un acondicionamiento preferido de la invención, este estado de funcionamiento determina el diseño del motor del compresor.

En los sistemas ya conocidos el rendimiento disponible en sí del motor del compresor es desaprovechado ampliamente en funcionamiento en tierra y a alturas de vuelo menores. En el acondicionamiento preferido de la invención está previsto que el motor en funcionamiento en tierra es accionado con más del 50%, preferentemente con más del 70% y preferido sobre todo en el área del 70-80% del rendimiento disponible del motor.

El procedimiento puede estar acondicionado acorde a una de las reivindicaciones 22 a 29.

Otros detalles y ventajas de la invención se detallan a partir de un ejemplo de ejecución representado en el dibujo. Se muestra:

Figura 1: Una representación esquemática de un sistema de climatización acorde a la invención,

ES 2 297 296 T3

Figura 2: Una representación esquemática de un equipo de climatización con dos sistemas de climatización acordes a la figura 1,

Figura 3a: Una representación esquemática del sistema de climatización acorde a la figura 1 en un primer modo de funcionamiento,

Figura 3b: Una representación esquemática del sistema de climatización acorde a la figura 1 en un segundo modo de funcionamiento,

Figura 4: Una representación esquemática de un sistema de climatización acorde a la invención con aprovechamiento del aire de la cabina, y

Figura 5: Una representación esquemática de un sistema de climatización acorde a la invención con tres termocambiadores de aire dinámico y tres dispositivos de árbol.

La figura 1 muestra una representación esquemática de un sistema de climatización con dos dispositivos de árbol 20, 30 motorizados, que consisten cada uno en un compresor de dos pasos 22, 32 una turbina 24, 34 así como un motor eléctrico 26, 36 para el accionamiento complementario del compresor 22, 32. Los dispositivos de árbol están identificados en las figuras con la referencia MACM.

El sistema de climatización presenta además un canal de presión dinámica común 40, en el cual están dispuestas las unidades de intercambio térmico 12, 14 separadas entre sí del lado del aire comprimido, estas unidades están identificadas en las figuras con las referencias MHX1 y MHX2. Entre las unidades de intercambio térmico 12, 14 separadas del lado del aire comprimido se encuentra otra unidad de intercambio térmico 16, que no está unida del lado del aire comprimido con ninguna de las unidades de intercambio térmico 12 o 14 y que en las figuras está identificada con la referencia VCHX y VCCon. La otra unidad de intercambio térmico 16 puede estar entre ambas unidades de intercambio térmico 12, 14 o, por ejemplo, también en el área marginal del canal de presión dinámica 40. Las unidades de intercambio térmico 12, 14, 16 pueden ser dispuestas libremente. Las unidades de intercambio térmico 12, 14, 16 conforman el termocambiador 10.

Corriente abajo respecto del termocambiador, en el canal de salida del aire dinámico 44, están dispuestos los ventiladores 50, 52, que en las figuras también están identificados con las referencias ERAF 1 y ERAF 2. Los ventiladores 50, 52 son accionados por un motor eléctrico.

Como podemos observar en la figura 1, los ventiladores 50, 52 se encuentran en áreas parciales del canal de salida del aire dinámico 44, separadas entre sí por paredes, según la mecánica de fluidos. Entre estas áreas parciales se encuentra el bypass de ventiladores 60, que sirve para elevar la permeabilidad durante el vuelo. Corriente abajo respecto de los ventiladores 50, 52 así como en el área de salida del canal de bypass 60, se encuentran las válvulas de retención 54, 56 y 58.

Del lado de entrada del canal de entrada de aire dinámico 42 se encuentra la válvula de entrada de aire dinámico 43 (Duplex RAIA).

Los dispositivos de árbol están unidos a los circuitos separadores de agua 70, 80. Estos están conformados de modo conocido por un recalentador (reheater) (REH), un condensador (CON) y un separador de agua (WE).

Los recalentadores (REH) están unidos a los lados de salida de las unidades de intercambio térmico 12, 14. En los conductos de unión se encuentran elementos de medición (Venturi) para la medición del caudal del aire que abandona las unidades de intercambio térmico 12, 14.

Como podemos observar en la figura 1, están previstos uno o múltiples conductos de bypass 120, 130 que se extienden desde el lado de salida de las unidades de intercambio térmico 12, 14 hacia los lados de salida de las turbinas, bloqueables mediante una válvula 122, 132 (BVP) que se encuentra en su interior.

Para evitar o mantener dentro de ciertos márgenes un eventual congelamiento en el lado de salida de la turbina o del condensador (CON) está previsto otro conducto de bypass, que se extiende desde el lado de salida del compresor hasta el lado de salida de la turbina y es bloqueable mediante una válvula (AIV=Anti-Icing-Valve, válvula anticongelamiento).

El funcionamiento del sistema de climatización mostrado en la figura 1 se configura del siguiente modo:

Los compresores 22, 32 son alimentados con aire del entorno o dinámico. El rendimiento del compresor es generado por un lado por las turbinas 24, 34 y complementariamente por los motores eléctricos 26, 36. Estos componentes conforman juntos cada uno, uno de los dispositivos de árbol 20, 30. El aire comprimido ingresa por separado respectivamente a una de las unidades de intercambio térmico 12, 14, dispuestas en el canal de presión dinámica común 40, y es refrigerado en ellas mediante el aire dinámico o del entorno conducido por el canal de presión dinámica 40.

ES 2 297 296 T3

El aire refrigerado de este modo llega, tras pasar el dispositivo de medición de caudal (Venturi), al recalentador (REH) y posteriormente al condensador (CON), donde la humedad del aire es en gran parte condensada y separada. El agua separada por condensación es expulsada por el separador de agua (WE). Luego el aire es conducido por el calentador y escasamente calentado, y posteriormente distendido en las turbinas 24, 34. Allí el aire es intensamente enfriado. El aire refrigerado de este modo sirve para la refrigeración del condensador (CON) donde es calentado escasamente. Posteriormente llega a una cámara de mezcla o a la cabina de pasajeros a través de una válvula de retención.

Este modo de funcionamiento, que se aplica especialmente en el funcionamiento en tierra así como a alturas de vuelo menores, está representado en la figura 3a.

La refrigeración del aire conducido a las unidades de intercambio térmico 12, 14 se lleva a cabo a través del aire dinámico o del entorno, que ingresa, tras pasar por la válvula de entrada de aire dinámico 43, al canal de entrada de aire dinámico 42 y luego recorre las unidades de intercambio térmico 12, 14, 16.

Corriente abajo respecto de las unidades de intercambio térmico 12, 14, 16 se encuentran los ventiladores 50, 52, dispuestos en áreas parciales del canal de salida de aire comprimido 44 separadas entre sí según la mecánica de fluidos. A su vez está previsto que la separación del canal de salida del aire dinámico 44, según la mecánica de fluidos, no se realiza en el área conectada directamente al termocambiador 10, sino corriente abajo respecto de ella. Esto posee la ventaja respecto de la separación continua del canal de salida del aire dinámico 44, según la mecánica de fluidos, que también en caso de falla de un ventilador 50, 52 el otro ventilador puede impulsar aire a través de todas las unidades de intercambio térmico 12, 14, 16.

Los ventiladores 50, 52 son accionados por un motor eléctrico y sirven, en el funcionamiento en tierra, para impulsar el aire del entorno por el canal de presión dinámica 40. En el funcionamiento en vuelo la circulación del canal de presión dinámica 40 se realiza a causa de la presión dinámica. Para elevar, a su vez, la permeabilidad del sistema está previsto el canal de bypass 60.

Para asegurar la circulación a través del termocambiador 10 y evitar corrientes inversas están previstas las válvulas de retroceso 54, 56, 58 en el área extrema del canal de salida de aire dinámico 44.

En caso de alturas de vuelo mayores se abren las válvulas 122, 132, acorde al modo de funcionamiento representado en la figura 3b, para garantizar un bypass del circuito separador de agua 70, 80 y las turbinas 24, 34 mediante los conductos de bypass 120, 130. En este caso la refrigeración no se realiza mediante las turbinas 24, 34, sino mediante las unidades de intercambio térmico 12, 14, a través de las cuales corre el aire tras su compresión en el compresor 22, 32. Del lado de salida el aire es luego conducido, a través de los conductos de bypass 120, 130, a los conductos de salida de las turbinas 24, 34 o a los conductos de entrada de la cámara de mezcla o de la cabina de pasajeros. En caso de alturas de vuelo elevadas la refrigeración puede ser suficiente sin la aplicación de las turbinas 24, 34, dado que el aire dinámico conducido es muy frío.

A causa del bypass de las turbinas 24, 34, en este modo de funcionamiento se lleva a cabo el accionamiento de los compresores 22, 32 exclusivamente mediante los motores 26, 36.

La figura 2 muestra dos de los sistemas de climatización acordes a la figura 1, con las identificaciones (AGU1 y AGU2). La figura 2 muestra además la cámara de mezcla (Mixer Unit) preconectada a la cabina de pasajeros, a la que es conducido el aire de salida del sistema de climatización acorde a la figura 1. El sistema acorde a la figura 2 comprende con ello 4 alimentaciones equivalentes de aire fresco.

En la figura 2 se puede ver además los circuitos de aire de la cabina 100 mediante los que el aire es extraído de las cabinas mediante un ventilador, refrigerado y luego conducido a la cámara de mezcla. Los circuitos de aire de la cabina 100 comprenden respectivamente un aparato evaporador 110, que junto con la unidad de intercambio térmico 16 constituida como condensador conforma un elemento constitutivo del circuito del medio de refrigeración. A su vez está previsto que el medio refrigerante se evapore en el aparato evaporador 110 y de ese modo extraiga el calor del aire de la cabina conducido por el circuito. El medio refrigerante evaporado es condensado en la unidad de intercambio térmico y expulsa el calor hacia la corriente de aire dinámico que pasa por el canal de presión dinámica 40.

Como también podemos observar en la figura 2, entre la cámara de mezcla y la cabina pueden estar previstos dispositivos de calefacción eléctricos, para llevar al aire de cabina correspondientemente a los requerimientos de la cabina, al valor nominal deseado.

De las figuras 1 y 2 se desprende que todo el sistema de climatización funciona sin aire tomado de los mecanismos o de otro suplemento auxiliar. Tanto el aire fresco conducido a la cabina como también el aire conducido por el canal de presión dinámica para la refrigeración consisten, en este ejemplo de ejecución, exclusivamente en aire del entorno o dinámico.

Los dispositivos de árbol pueden estar dispuestos paralelos entre sí. Entre los dispositivos de árbol puede encontrarse el canal de presión dinámica. En el área junto al canal de entrada de aire dinámico pueden encontrarse las entradas de aire dinámico o del entorno para los dispositivos de árbol.

ES 2 297 296 T3

Las unidades de intercambio térmico pueden estar dispuestas una al lado de la otra o también una sobre otra. Además es posible realizar la unión de los dispositivos de árbol con las unidades de intercambio térmico lateralmente o debajo de las unidades de intercambio térmico. Naturalmente también pueden pensarse disposiciones inversas con dispositivos de árbol dispuestos por encima de las unidades de intercambio térmico. Además es igualmente posible, en medida que sea necesario, disponer los dispositivos de árbol y las unidades de intercambio térmico no en ángulo recto entre sí sino de otro modo, por ejemplo, en un ángulo de 45°.

Como podemos observar en las figuras 1 y 2, los componentes principales de cada circuito de corriente para el aire fresco a ser tratado son el dispositivo de árbol motorizado, la unidad de intercambio térmico, un circuito separador de agua, el conducto de bypass con válvula de bypass, la válvula anticongelamiento (Anti-Icing), así como la medición de caudal.

Los componentes comunes de los circuitos de aire fresco con la válvula de entrada del canal de aire dinámico, el canal de presión dinámica con válvulas de retención, los ventiladores accionados eléctricamente, el sistema de refrigeración para el aire de la cabina conducido en el circuito, así como una unidad de mando o control.

Para asegurar una igualación de la temperatura en la cabina pueden preverse los dispositivos de calefacción representados en la figura 2, asimismo puede estar previsto un dispositivo de calefacción por área de la cabina. Por otro lado puede estar previsto que el aire caliente comprimido sea ramificado corriente abajo respecto del compresor.

Este aire es luego mezclado, a través de válvulas, con el aire frío que ingresa a la cabina de pasajeros desde la cámara de mezcla.

El incremento de la temperatura del aire fresco, requerido para el accionamiento de la calefacción, se logra mediante la compresión en los compresores. Como hemos mencionado anteriormente, se pueden implementar dispositivos de calefacción eléctricos adicionales.

La regulación de la temperatura de todo el sistema se lleva a través de una correspondiente modificación del funcionamiento de los ventiladores 50, 52 (en el funcionamiento en tierra), a través de la posición de apertura de la válvula de entrada del calan de aire dinámico 43, a través de los dispositivos de calefacción así como mediante la refrigeración del aire de la cabina conducido en el circuito.

Para evitar o mantener dentro de ciertos márgenes un eventual congelamiento, puede estar previsto que la válvula correspondiente AIV se abra temporalmente, para conducir el aire caliente de salida del compresor hacia el área de salida de las turbinas.

La figura 4 muestra una representación esquemática de un sistema de climatización acorde a la invención con aprovechamiento del aire de la cabina. En los aviones la cabina se presuriza durante el vuelo, para alcanzar las condiciones ambientales necesarias para las personas. A causa de la presión del entorno que se reduce con la altura de vuelo, aumenta la diferencia entre la presión de la cabina y la presión del entorno al aumentar la altura de vuelo. El aire de la cabina es conducido al aire del entorno, al ser distendido inútilmente a través de las válvulas.

Se propuso por ello prever un sistema para aprovechar el aire de la cabina (Cabine Air Recovery, recuperación del aire de la cabina (CAR)), mediante el cual es aprovechada la potencia energética del aire saliente de la cabina. En este proceso el aire de la cabina primero es distendido a través de una turbina y luego es conducido al entorno. El rendimiento obtenido de este modo puede ser aprovechado directamente para el accionamiento de un compresor o también para generar corriente mediante un generador.

La figura 4 muestra la aplicación de un sistema semejante en un sistema de climatización acorde a la presente invención. Como podemos observar en la 4, el aire de la cabina puede ser conducido a través de un conducto de unión correspondiente hacia el lado de entrada de la turbina T. Este conducto puede bloquearse mediante la válvula CSOV (cabine shut off valve, válvula de cierre de cabina). En el funcionamiento de Cabine Air Recovery a alturas de vuelo mayores se abre esta válvula, para conducir el aire de la cabina a la turbina T.

En el conducto de unión entre el circuito separador de agua y la entrada de turbina se encuentra la válvula de bloqueo TSOV (turbine shut off valve, válvula de cierre de turbina). En el conducto de salida de la turbina se encuentra además la válvula de control Check Valve (CKV). Esta válvula se halla dispuesta corriente arriba respecto de la boca del conducto de bypass, en el conducto de salida de la turbina, como se desprende de la figura 4. Las válvulas TSOV y CKV están cerradas durante el Cabine Air Recovery, para impedir la mezcla del aire fresco con el aire saliente.

Desde el conducto de salida de la turbina se ramifica un conducto en el cual está dispuesta la válvula ASOV (ambient shut off valve, válvula de cierre del ambiente). Esta válvula se abre durante el Cabine Air Recovery, por lo que el aire saliente de la turbina se conduce al entorno y no al condensador CON o a la cámara de mezcla.

En el modo de funcionamiento representado en la figura 4, en el que el aire comprimido en el compresor C es conducido a través de un bypass de turbina a la cámara de mezcla, la turbina T puede ser aprovechada para el Cabine Air Recovery. Durante este proceso el aire de la cabina circula a través de la válvula CSOV abierta, allí es distendida y expulsada al entorno a través del conducto de salida con la válvula ASOV abierta. Las válvulas TSOV y CKV cerradas impiden una mezcla del aire saliente de la cabina con el aire fresco conducido a la cabina.

Como se desprende de la figura 4, un sistema semejante está previsto para cada uno de los dispositivos de árbol MACM.

El rendimiento disponible del árbol generado por la distensión del aire saliente de la cabina a través de la turbina T aumenta con la altura de vuelo. Esto se corresponde con los requisitos para la compresión, que también aumenta con la altura de vuelo, dado que reina una mayor diferencia de presión entre la cabina y el entorno.

La figura 2 muestra un acondicionamiento de la invención en el cual por cada sistema de climatización (AGU 1, 2) se reúnen dos unidades de intercambio térmico MHX 1, MHX 2 en un canal de presión dinámica. Las configuraciones de sistema resultantes, cercanas entre sí son con ello 2 o 2 + 2 o 2 + 2+ 2 etc. unidades de intercambio térmico.

La invención no se limita, sin embargo, a dos unidades de intercambio térmico por canal de presión dinámica o por AGU. Más bien pueden estar previstas tres o más de tres unidades de intercambio térmico. En principio es igualmente pensable que sólo se prevea una unidad de intercambio térmico, es decir, un termocambiador.

La presente invención puede, en principio, ser ejecutada con uno, o dos o más termocambiadores. A su vez puede estar previsto que cada uno de estos termocambiadores esté dispuesto en un canal de presión dinámica propio. A su vez puede estar previsto que cada termocambiador esté unido del lado del aire comprimido con un dispositivo de árbol. También es pensable que dos o más de dos termocambiadores estén dispuestos en un canal de presión dinámica.

La figura 5 muestra una arquitectura correspondiente, en la cual el termocambiador de aire dinámico consiste en tres unidades de intercambio térmico separadas, de las cuales cada una está unida del lado del aire comprimido con uno de los dispositivos de árbol MACM, como se desprende de la figura 5. La figura 5 muestra una arquitectura con tres dispositivos de árbol MACM. Además de ese tipo de arquitectura naturalmente también son pensables sistemas con más de tres unidades de intercambio térmico de aire dinámico. Correspondientemente también pueden ser aplicados más de tres dispositivos de árbol. Los dispositivos de árbol unidos a las unidades de intercambio térmico pueden ser ejecutados de modo idéntico, o también diferentes entre sí. La figura 5 muestra un sistema con tres dispositivos de árbol idénticos, es decir, tres circuitos idénticos de los dispositivos de árbol. Los compresores de los dispositivos de árbol son alimentados con aire dinámico o del entorno. Tras la compresión el aire es conducido a los lados de aire comprimido de las unidades de intercambio térmico. Posteriormente se lleva a cabo la separación del agua en un circuito separador de agua. El aire deshumectado de este modo es distendido en la turbina y luego es conducido a una cámara de mezcla o a la cabina de pasajeros. Como se puede observar en la figura 5, todos los tres dispositivos de árbol están provistos de un bypass de turbina, bloqueable mediante la válvula BPV, y que une la salida de las unidades de intercambio térmico con un conducto de unión entre el condensador y la cámara de mezcla o la cabina.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de climatización, especialmente un sistema de climatización para la climatización de una cabina de pasajeros de un avión, con al menos un termocambiador (10) dispuesto en un canal de presión dinámica (40), con al menos un dispositivo de árbol (20,30) unido al termocambiador (10) del lado del aire comprimido, con al menos un compresor (22,32) alimentado del lado de entrada con el aire dinámico o del entorno y al menos una turbina (24,34), con al menos un motor (26,36) para el accionamiento del compresor, con un conducto de bypass de turbina (120,130) para evitar la turbina del lado del aire comprimido, así como con al menos un dispositivo de mando con el cual el sistema de climatización es accionable en un primer modo de funcionamiento, en el cual el aire comprimido en la turbina (24,34) es distendido, y es accionable en un segundo modo de funcionamiento, en el cual en aire comprimido es conducido predominantemente o completamente por el conducto de bypass de turbina (120,130), asimismo el dispositivo de mando está unido al motor (26,36) y está configurado de modo tal que el motor en el primer modo de funcionamiento es accionado de manera que el rendimiento del motor es utilizada a los fines de enfriamiento así como de presurización, y en el segundo modo de funcionamiento es accionado de modo que el rendimiento del motor se utiliza para la compresión del aire dinámico o del entorno, **caracterizado** porque un separador de agua (WE) está antepuesto a la turbina y el conducto de bypass de turbina (120,130) rodea, del lado del aire comprimido, tanto al separador de agua (WE) como también a la turbina.
2. Sistema de climatización acorde a la reivindicación 1, **caracterizado** porque el dispositivo de mando está constituido de modo que el primer modo de funcionamiento se aplica en el funcionamiento en tierra y/o en alturas de vuelo bajas, y el segundo modo de funcionamiento en alturas de vuelo comparativamente mayores.
3. Sistema de climatización acorde a una de las reivindicaciones anteriores, con al menos un termocambiador (10) dispuesto en un canal de presión dinámica (40) para la refrigeración del aire comprimido, así como con al menos un primer y un segundo dispositivo de árbol (20, 30), asimismo el termocambiador incluye al menos una primera unidad de intercambio térmico y una segunda unidad de intercambio térmico separada de la primera del lado del aire comprimido (12, 14), ambas dispuestas en un canal de presión dinámica (40) común, y de las cuales una está unida con respectivamente uno de los dispositivos de árbol (20, 30), asimismo los dispositivos de árbol (20, 30) presentan compresores (22, 32), que del lado de salida están unidos respectivamente con la entrada del lado del aire comprimido de las unidades de intercambio térmico (12, 14), asimismo los compresores (22, 32) son alimentados del lado de entrada con aire dinámico o del entorno y están previstos uno o múltiples motores (26, 36), mediante los cuales son accionables los compresores (22, 32).
4. Sistema de climatización acorde a la reivindicación 3, **caracterizado** porque las unidades de intercambio térmico (12, 14) conforman una unidad constructiva.
5. Sistema de climatización acorde a la reivindicación 3 o 4, **caracterizado** porque para las al menos dos unidades de intercambio térmico (12, 14) está previsto un canal de entrada de aire dinámico común (42).
6. Sistema de climatización acorde a la reivindicación 5, **caracterizado** porque en el canal de entrada de aire dinámico (42) está prevista una válvula de entrada de aire dinámico (43) con posición regulable.
7. Sistema de climatización acorde a las reivindicaciones 3 a 6, **caracterizado** porque para las al menos dos unidades de intercambio térmico (12, 14) está previsto un canal de salida de aire dinámico común (44).
8. Sistema de climatización acorde a una de las reivindicaciones 3 a 7, **caracterizado** porque en el canal de salida de aire dinámico (44) están previstos uno, dos o más ventiladores (50, 52) accionados por motor.
9. Sistema de climatización acorde a la reivindicación 8, **caracterizado** porque están previstas válvulas de retención (54, 56) corriente abajo respecto de los ventiladores (50, 52).
10. Sistema de climatización acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque en el canal de salida de aire dinámico (44) están dispuestos uno o múltiples by pass de ventilador (60) provistos de una válvula de retención (58).
11. Sistema de climatización acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque en el caso de los compresores (22, 32) se trata de compresores de varios pasos, de los cuales el primer paso (22a, 32a) es alimentado por el lado de entrada con aire dinámico o del entorno y el último paso (22b, 32b) está unido del lado de salida con la entrada del lado del aire comprimido de las unidades de intercambio térmico (12, 14).
12. Sistema de climatización acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque los dispositivos de árbol (20, 30) presentan al menos un compresor (22, 32), una turbina (24, 34) así como un motor (26, 36).
13. Sistema de climatización acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque cada uno de los dispositivos de árbol (20, 30) está unido respectivamente con un circuito separador de agua (70, 80).

14. Sistema de climatización acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el termocambiador (10) presenta otra unidad de intercambio térmico (16) alimentable con aire dinámico o del entorno, que no está unida del lado del aire comprimido con la primera ni con la segunda unidad de intercambio térmico (12, 14).

5 15. Sistema de climatización acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque está previsto un circuito de aire de cabina (100), en el cual se encuentran dispuestos medios para expulsar calor del aire conducido por el circuito.

10 16. Sistema de climatización acorde a la reivindicación 15, **caracterizado** porque los medios incluyen un termocambiador.

17. Sistema de climatización acorde a la reivindicación 15, **caracterizado** porque los medios incluyen un aparato evaporador.

15 18. Sistema de climatización acorde a la reivindicación 14 y 17, **caracterizado** porque la otra unidad de intercambio térmico (16) dispuesta en el canal de presión dinámica está constituida como condensador y se encuentra unida al aparato evaporador (110), asimismo la unidad de intercambio térmico (16) y el aparato evaporador (110) son elementos constitutivos del circuito del medio de refrigeración.

20 19. Sistema de climatización acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque están previstos uno o múltiples conductos de by pass (120, 130) que se extienden desde el lado de salida de las unidades de intercambio térmico (12, 14) hacia los lados de salida de las turbinas (24, 34), bloqueables mediante una válvula (122, 132) que se encuentra en su interior.

25 20. Sistema de climatización acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la turbina (T) está unida, del lado de entrada y a través de un conducto que puede ser cerrado por una válvula (CSOV), con la cabina o una cámara de mezcla preconectada, y del lado de salida y a través de un conducto que puede ser cerrado por una válvula, con el entorno, y porque están previstos medios a través de los cuales la turbina (T) puede aislarse de los conductos que conducen al aire comprimido en el compresor (C).

30 21. Sistema de climatización acorde a la reivindicación 20, **caracterizado** porque los medios están constituidos como válvulas (TSOV, CKV), que están dispuestas en el conducto de entrada que une la turbina (T) con el circuito separador de agua así como en el conducto de salida que une la turbina (T) con la cámara de mezcla o con la cabina.

35 22. Procedimiento para el tratamiento de aire para la climatización de un ambiente, especialmente para la climatización de una cabina de pasajeros de un avión, que comprende los siguientes pasos:

- compresión del aire dinámico o del entorno en una unidad de compresión (22,32) accionada mediante un motor (26,36) y conducción del aire comprimido a un termocambiador (10),
- refrigeración del aire conducido al termocambiador (10) a través de aire dinámico o del entorno,
- asimismo en un primer modo de funcionamiento el aire refrigerado en el termocambiador (10) es conducido a un separador de agua (WE) y es distendido en un paso de distensión (24,34),
- asimismo en un segundo modo de funcionamiento el aire refrigerado en el termocambiador (10) es conducido preponderantemente o completamente por el bypass (120,130) rodeando el separador de agua (WE) y el paso de distensión (24,34),
- y asimismo en el primer modo de funcionamiento el rendimiento del motor es utilizada a los fines de enfriamiento así como de presurización, y en el segundo modo de funcionamiento es accionado de modo que el rendimiento del motor se utiliza para la compresión del aire dinámico o del entorno.

23. Procedimiento acorde a la reivindicación 22, que comprende los siguientes pasos:

compresión del aire dinámico o del entorno en una unidad de compresión (22) accionada por motor y conducción del aire comprimido a una primera unidad de intercambio térmico (12) de un termocambiador (10);

compresión del aire dinámico o del entorno en una segunda unidad de compresión (32) accionada por motor y conducción del aire comprimido a una segunda unidad de intercambio térmico (14) separada de la primera unidad de intercambio térmico (12) del termocambiador (10) del lado del aire comprimido y refrigeración del aire conducido a las unidades de refrigeración (12, 14) a través de aire dinámico o comprimido;

asimismo, en un primer modo de funcionamiento el aire refrigerado en las unidades de refrigeración (12, 14) es conducido a un circuito separador de agua (70, 80) y es distendido en un paso de distensión (24,34) y conducido al ambiente a ser climatizado o a la cámara de mezcla preconectada,

ES 2 297 296 T3

y asimismo en un segundo modo de funcionamiento el aire refrigerado en las unidades de intercambio térmico (12, 14) es conducido, rodeando al circuito separador de agua (70, 80) y del paso de distensión (24, 34), directamente al ambiente a ser climatizado o a una cámara de mezcla preconectada.

5 24. Procedimiento acorde a la reivindicación 23, **caracterizado** porque el primer modo de funcionamiento del procedimiento se aplica en el funcionamiento en tierra y en alturas de vuelo bajas, y el segundo modo de funcionamiento en alturas de vuelo comparativamente mayores.

10 25. Procedimiento acorde a la reivindicación 23 o 24, **caracterizado** porque el rendimiento de refrigeración en la refrigeración del aire conducido a las unidades de intercambio térmico (12, 14), a través de aire dinámico o del entorno es controlado o regulado por la modificación de la posición de una válvula de entrada de aire dinámico (43) y/o a través de la modificación del rendimiento de los ventiladores (50, 52) dispuestos en el canal de salida del aire dinámico (44).

15 26. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones 23 a 25, **caracterizado** porque el aire del entorno, especialmente el aire de cabina, circula al menos parcialmente en el circuito y de ese modo es refrigerada.

20 27. Procedimiento acorde a la reivindicación 26, **caracterizado** porque la refrigeración se lleva a cabo mediante un medio de enfriamiento conducido en el circuito, y porque al medio de enfriamiento se le extrae calor en una unidad de intercambio térmico (16) dispuesta en un canal de presión dinámica (40) del sistema de climatización.

28. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones 23 a 27, **caracterizado** porque en el segundo modo de funcionamiento se distiende el aire de la cabina en la turbina (T) y luego se agrega al aire del entorno.

25 29. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones 22 a 28, en el cual se utilizan, en el primer modo de funcionamiento, más del 50% del rendimiento del motor disponible a los fines de refrigeración así como de presurización.

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

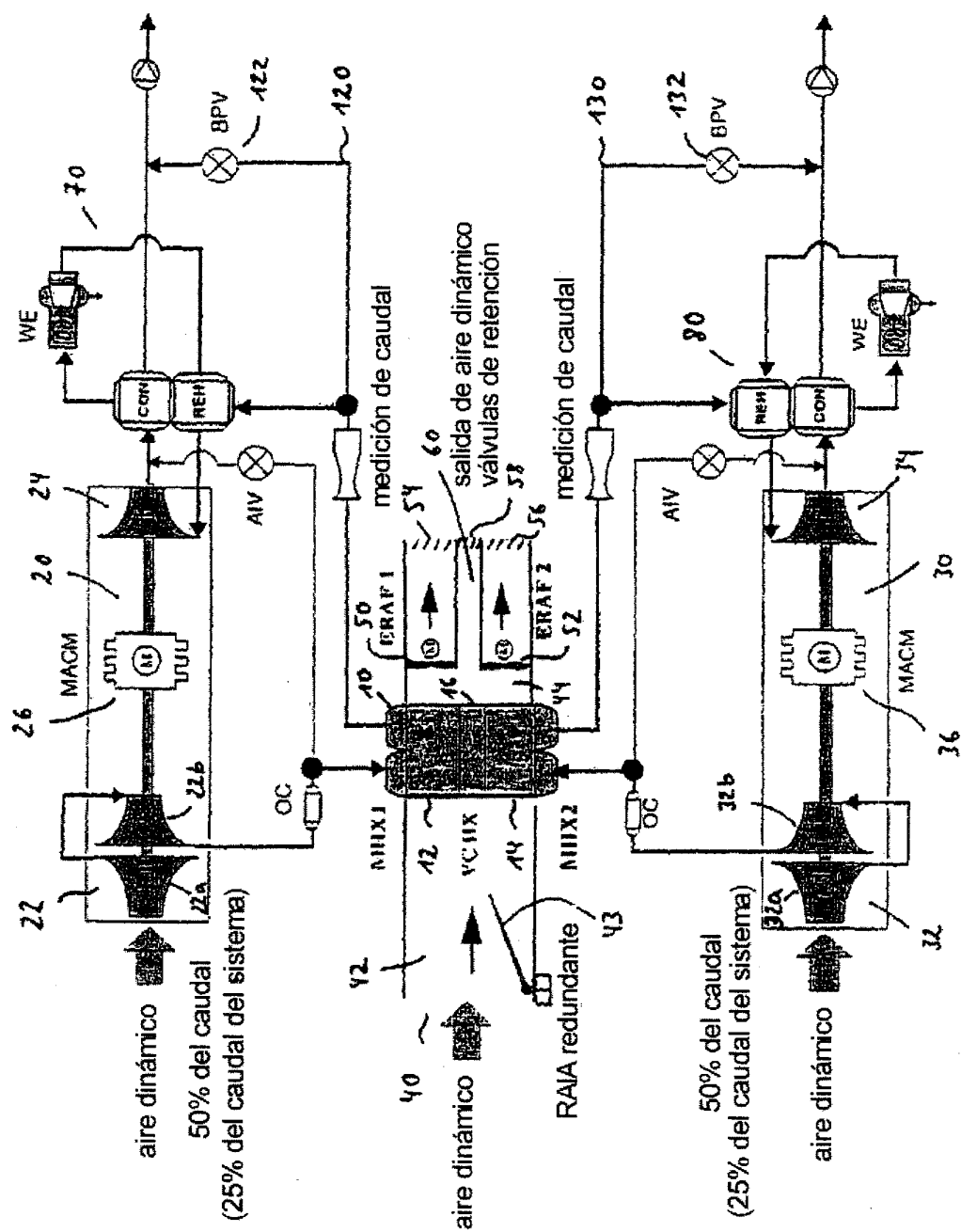


FIG. 2

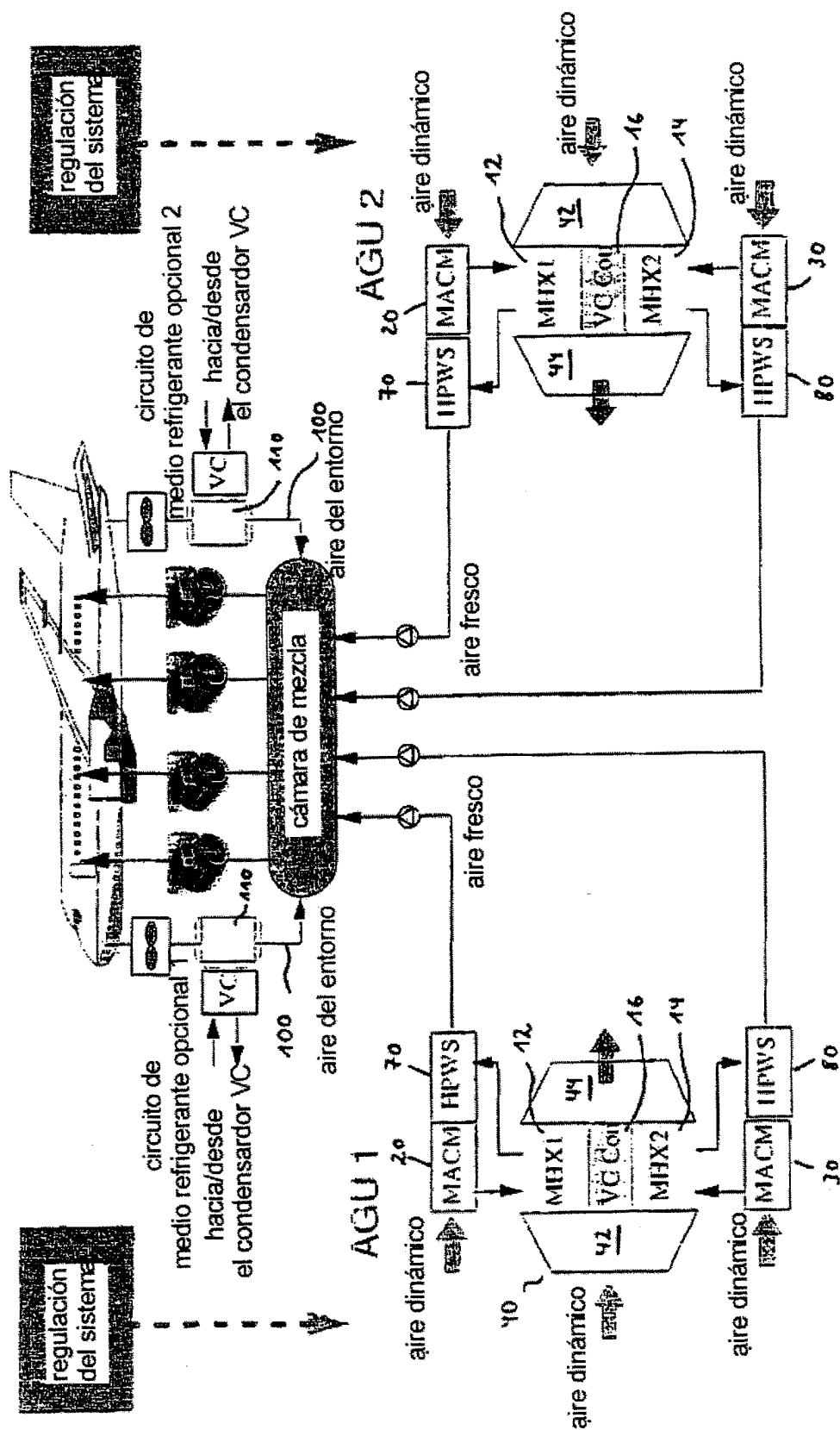
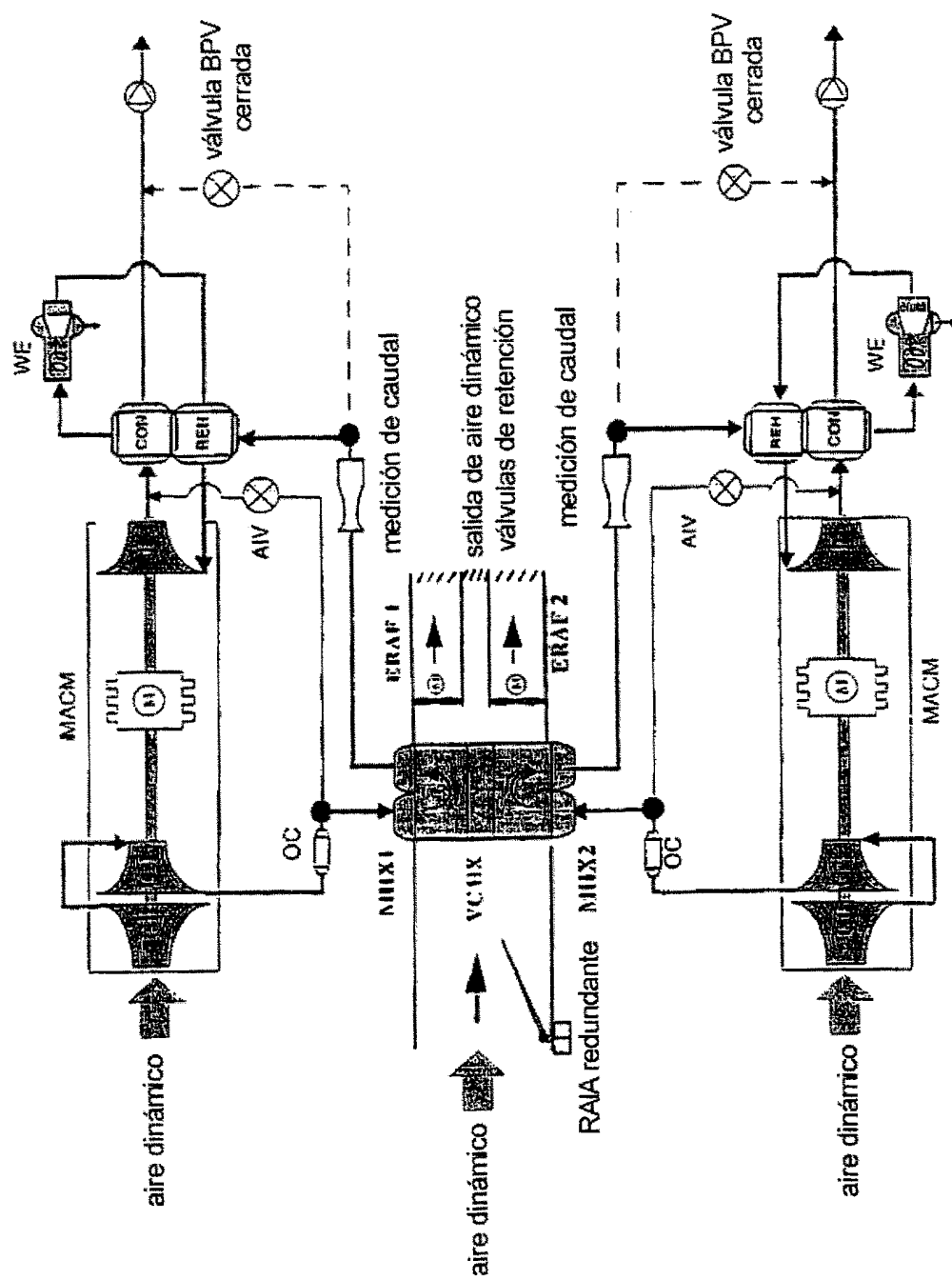


FIG. 3 A



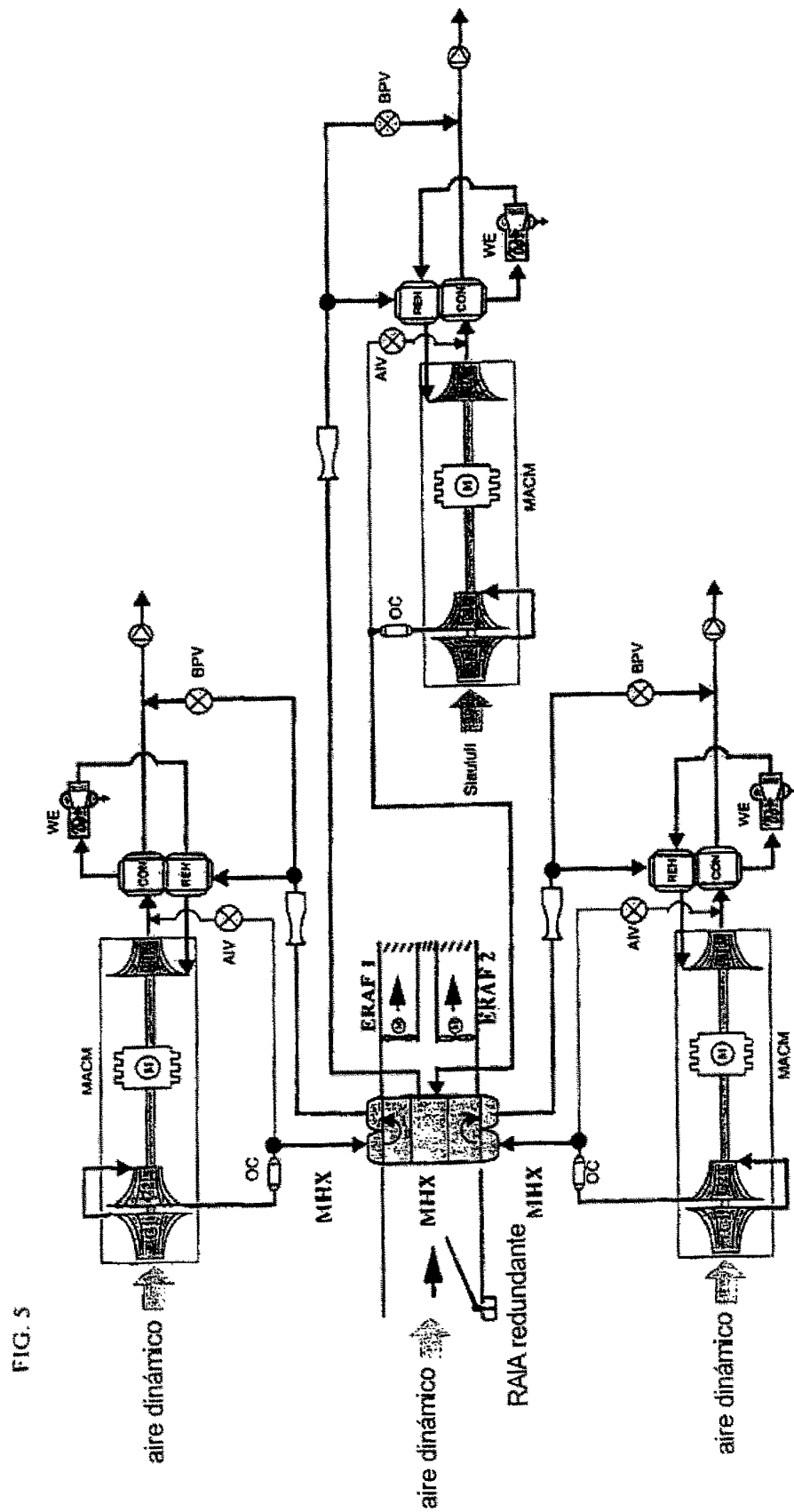


FIG. 3 B

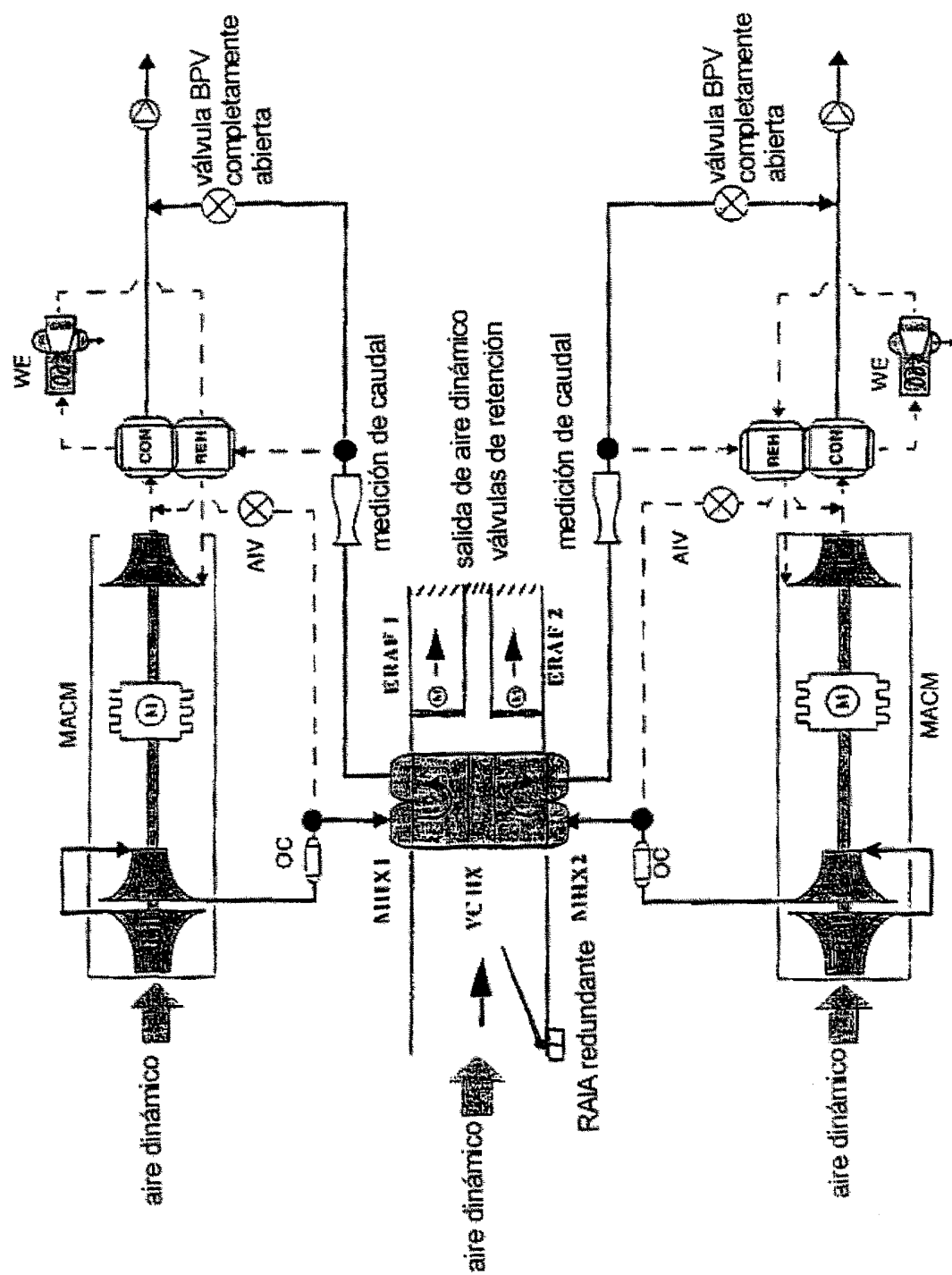


FIG. 4

