

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 550 655**

(51) Int. Cl.:

B64D 13/06 (2006.01)
B64F 1/36 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.03.2010 E 10712786 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.08.2015 EP 2408668**

(54) Título: **Una unidad de aire pre-acondicionado con módulos de refrigeración autónomos**

(30) Prioridad:

20.03.2009 DK 200900393

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

11.11.2015

(73) Titular/es:

**AXA POWER APS (100.0%)
Smedebakken 31 Søhus
5270 Odense N, DK**

(72) Inventor/es:

**DAHL, SØREN RISGAARD;
NIELSEN, BO VORK;
OLSSON, HENRIK y
SCHRØDER, LARS**

(74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 550 655 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

Una unidad de aire pre-acondicionado con módulos de refrigeración autónomos

El presente invento se refiere a una unidad de aire pre-acondicionado que suministra aire pre-acondicionado, es decir aire calentado o aire enfriado, a un avión estacionado en tierra.

- 5 En tierra, un avión utiliza típicamente el motor de la unidad de energía auxiliar (APU) para accionar el equipo de acondicionamiento de aire para enfriar o calentar la cabina del avión a una temperatura que sea confortable para los pasajeros. Sin embargo, el funcionamiento de la APU tiene un elevado costo en términos de consumo de combustible para reactores, de ruido acústico generado, de emisiones de CO₂, etc. Por ejemplo, la APU de un avión A320 consume aproximadamente 160 l de combustible por hora. Además de la contaminación general del aire, el consumo de un litro de combustible para reactores conduce a la emisión de 2,5 kg de CO₂ a la atmósfera y así, la APU emite aproximadamente 400 kg de CO₂ por hora de funcionamiento.
- 10

Con el fin de evitar hacer funcionar la APU en tierra, se han previsto unidades de aire pre-acondicionado para suministrar el aire pre-acondicionado requerido al avión estacionado. Las unidades de aire pre-acondicionado son alimentadas desde la red eléctrica disponible en el aeropuerto en cuestión.

- 15 El coste, la eficiencia, la flexibilidad, y la utilidad siguen siendo un problema en las unidades de aire pre-acondicionado conocidas.

En el documento WO 2009/045927 se ha descrito un sistema de aire pre-acondicionado para suministrar aire pre-acondicionado a un avión estacionado en tierra. El sistema incluye múltiples unidades de refrigeración que tienen un sistema de conducto de flujo, soplante y control comunes. Una o más de las unidades pueden ser utilizadas, dependiendo de las cargas sobre el sistema.

20 El documento US 4.272.967 describe un sistema de acondicionamiento de aire portátil autónomo que comprende un alojamiento que acomoda sistemas de refrigeración independientes con un sistema de conducto de flujo, soplante y control comunes para suministrar aire enfriado al avión en tierra.

- 25 El documento US 6.240.742 describe un sistema de acondicionamiento de aire modular que comprende un módulo de alimentación de corriente, un módulo o módulos de soplantes, un módulo o módulos de acondicionamiento de aire y un módulo de distribución de aire. El sistema puede ser configurado con unidades de módulos diferentes para satisfacer diferentes requisitos térmicos, de filtrado y energía.

30 Una nueva unidad de aire pre-acondicionado es proporcionada para suministrar aire pre-acondicionado a un avión estacionado en tierra. La nueva unidad de aire pre-acondicionado comprende una unidad principal y uno o más módulos de refrigeración autónomos montados en la unidad principal. La unidad principal tiene un alojamiento con paredes que definen un conducto de flujo con una entrada de aire para admisión de aire ambiente que ha de ser acondicionado a una temperatura baja, típicamente una temperatura del orden de -5° C a +5° C, y una salida de aire para conexión con el avión estacionado, por ejemplo con una o más mangueras, para suministrar el aire acondicionado al avión estacionado. Para impedir pérdidas de refrigeración, las paredes exteriores del conducto de flujo pueden estar provistas con una capa de material aislante térmicamente.

35 La unidad principal de la unidad de aire pre-acondicionado comprende además una soplante acomodada en el alojamiento y conectada con el conducto de flujo para la generación de un flujo de aire desde la entrada de aire hacia la salida de aire. La soplante es preferiblemente un ventilador centrífugo muy eficiente. La soplante está montada preferiblemente con amortiguadores de vibraciones y fijada con conexiones flexibles al conducto de flujo.

- 40 El alojamiento de la unidad principal tiene una pluralidad de compartimentos para recibir y contener los módulos de refrigeración autónomos. Cada uno de los módulos de refrigeración autónomos comprende al menos un sistema de refrigeración cada uno del cual incluye al menos un compresor, al menos un condensador, al menos una válvula de expansión, y al menos un evaporador conectados en un circuito de flujo refrigerante que contiene un refrigerante. El circuito de flujo refrigerante forma un bucle cerrado y sellado herméticamente. Así, el módulo de refrigeración autónomo puede ser instalado en el alojamiento de la unidad principal sin interferir con al menos un sistema de refrigeración del módulo de manera que el montaje y el posible desmontaje de los módulos de refrigeración autónomos en el alojamiento pueden ser realizados por personas sin experiencia específica en el campo de sistemas de refrigeración. Los módulos de refrigeración autónomos pueden ser fabricados en un lugar particularmente adecuado para la fabricación de sistemas de refrigeración para la subsiguiente integración con unidades principales en otro lugar particularmente adecuado para la fabricación de equipo de tierra del aeropuerto aumentando en general por ello la flexibilidad de fabricación y disminuyendo el coste de fabricación de las unidades de aire pre-acondicionado.
- 45
- 50

55 Preferiblemente, el módulo de refrigeración autónomo es instalado de forma desmontable en el alojamiento de la unidad principal facilitando la separación de un módulo de refrigeración autónomo instalado del alojamiento, por ejemplo utilizando tornillos, tuercas y pernos para la sujeción del módulo de refrigeración autónomo al alojamiento y utilizando conectores eléctricos para establecer las interconexiones eléctricas requeridas entre el módulo de refrigeración y la

unidad principal cuando el módulo de refrigeración es insertado en el alojamiento de la unidad principal. Esto aumenta el buen estado de funcionamiento de la unidad de aire pre-acondicionado ya que un módulo de refrigeración autónomo que posiblemente funciona mal puede ser separado del alojamiento de la unidad principal y sustituido por un módulo que funciona con un mínimo de tiempo de inactividad de la unidad de aire pre-acondicionado. Además, el módulo que

- 5 funciona mal puede ser separado de la unidad principal y movido para su reparación a un lugar remoto particularmente adecuado para la reparación de sistemas de refrigeración, lo que es mucho más eficiente que tener que desmontar y mover toda la unidad de aire pre-acondicionado para su reparación.

A lo largo de toda la presente descripción, el término "de manera desmontable" significa que el módulo puede ser montado con la unidad principal y subsiguientemente desmontado de la unidad principal sin destruir las conexiones mecánicas y eléctricas previas entre el módulo y la unidad principal, es decir el montaje y desmontaje son realizados utilizando el mismo tipo de herramientas. Este es por ejemplo el caso cuando se utilizan tornillos, tuercas y pernos para la sujeción de un módulo en un alojamiento de la unidad principal y se utilizan conectores eléctricos para las interconexiones eléctricas entre los circuitos eléctricos del módulo y los circuitos eléctricos de la unidad principal, y éste no es el caso cuando, por ejemplo, el módulo está soldado al alojamiento de la unidad principal.

- 10 15 Preferiblemente, el módulo de refrigeración autónomo tiene dimensiones físicas adecuadas para ser movido mediante una carretilla de horquilla elevadora facilitando el transporte del módulo, por ejemplo para el almacenamiento, montaje en unidades de aire pre-acondicionado, y servicios. Por ejemplo, un módulo que funciona mal puede ser retirado o desmontado del alojamiento con una carretilla de horquilla elevadora y un módulo que funciona adecuadamente puede ser instalado en el alojamiento con una carretilla de horquilla elevadora.

- 20 25 El módulo de refrigeración autónomo opera de acuerdo con los principios de refrigeración bien conocidos y con un refrigerante bien conocido tal como el R134a con bajo potencial de calentamiento global.

Cuando un módulo de refrigeración autónomo es instalado en un compartimento respectivo, una superficie de refrigeración de al menos un evaporador es posicionada para interacción con el conducto de flujo para refrigeración del flujo de aire. La superficie de refrigeración puede por ejemplo estar posicionada dentro del conducto de flujo para contacto directo a través de una gran área con el flujo de aire en el conducto de flujo.

- 30 35 La previsión de la pluralidad de compartimentos en el alojamiento conduce a varias ventajas adicionales: La unidad principal puede estar equipada con una alimentación de corriente y circuitos de control y una interfaz de usuario de tal manera que la unidad principal puede funcionar junto con un número arbitrario de módulos de refrigeración autónomos instalados en unos respectivos de la pluralidad de compartimentos. Por ejemplo, la unidad de aire pre-acondicionado puede funcionar con un único módulo de refrigeración autónomo instalado en uno de la pluralidad de compartimentos. Así, una línea de unidades de aire pre-acondicionado puede estar provista con diferentes capacidades de refrigeración con el mismo número de piezas que se requieren para la provisión de una unidad de aire pre-acondicionado con una capacidad de refrigeración específica. Esto disminuye el coste de fabricación disminuyendo el coste de compra por pieza, y el coste de almacenamiento y de manipulación por pieza y por unidad de aire pre-acondicionado acabada. Por ejemplo, una unidad de aire pre-acondicionado con un alojamiento que contiene cuatro compartimentos puede ser fabricada en cuatro versiones con una capacidad de refrigeración creciente, en particular una unidad de aire pre-acondicionado con un único módulo de refrigeración autónomo, una unidad de aire pre-acondicionado con dos módulos de refrigeración autónomos, una unidad de aire pre-acondicionado con tres módulos de refrigeración autónomos, y una unidad de aire pre-acondicionado con cuatro módulos de refrigeración autónomos.

- 40 45 De esta manera, los diferentes requisitos de pre-acondicionamiento de aviones de distintos tamaños y tipos pueden ser satisfechos de una manera económica y flexible.

Como en una unidad de aire pre-acondicionado convencional, uno o más compresores de la nueva unidad de aire pre-acondicionado pueden ser alimentados desde la red eléctrica, por ejemplo, con una tensión de CA de 50 Hz en Europa y de 60 Hz en los Estados Unidos de Norteamérica. De esta manera, la capacidad máxima de cada uno de al menos un compresor es determinada por la frecuencia de la red de suministro. Cada uno de los módulos de refrigeración autónomos puede funcionar en un ciclo de control de encendido/apagado como es bien conocido a partir de unidades de aire pre-acondicionado convencionales. En un ciclo de control de encendido/apagado, cada uno de al menos un compresor es encendido a la capacidad máxima hasta que es alcanzado el establecimiento de temperatura refrigerada requerida, por ejemplo, de aire aguas abajo correspondiente al menos al evaporador, menos un cierto margen. A continuación, cada uno de al menos un compresor es apagado. Cada uno de al menos un compresor es encendido otra vez a la capacidad máxima cuando la temperatura refrigerada ha aumentado por encima del ajuste de temperatura más un cierto margen. Otros principios de control convencionales pueden ser aplicados también, por ejemplo derivación de gas caliente.

- 50 55 Uno o más de los compresores de los módulos de refrigeración autónomos pueden ser accionados desde un accionador de frecuencia variable. Ventajosamente, la tensión de salida y la frecuencia del accionador de frecuencia variable en la nueva unidad de aire pre-acondicionado son variadas para controlar al menos un compresor de acuerdo con el requisito de refrigeración actual. Preferiblemente, el accionador de frecuencia variable mantiene la relación entre la tensión de salida y la frecuencia sustancialmente constante para mantener un par motor elevado a lo largo de todo el rango de

frecuencia de salida. De esta manera, cada uno de los módulos de refrigeración autónomos puede funcionar de manera continua, es decir la tensión de salida y la frecuencia del accionador de frecuencia variable pueden ser ajustados a niveles requeridos por al menos un compresor con el fin de enfriar el flujo de aire que interactúa con al menos un evaporador respectivo de acuerdo con una configuración de control. Esto aumenta el tiempo de vida y disminuye el consumo de energía de los módulos de refrigeración cuando es comparado con el control de encendido/apagado.

Además, la capacidad máxima de un compresor accionado por un accionador de frecuencia variable puede ser aumentada cuando se compara con el mismo compresor alimentado directamente desde la red eléctrica. Por ejemplo, alimentar un compresor con una tensión de alimentación con una frecuencia de salida de 75 Hz aumenta la capacidad de refrigeración del compresor en un 50% sobre el mismo compresor alimentado directamente desde la red eléctrica en Europa.

Preferiblemente, el controlador del accionador de frecuencia variable (en lo que sigue denominado como "controlador VFD") es capaz de controlar el accionador de frecuencia variable para emitir una frecuencia de salida variable, por ejemplo que varía desde 0 Hz al máximo nominal del compresor por lo cual uno o más compresores alimentados desde el accionador de frecuencia variable pueden ser controlados para provisión de capacidad de refrigeración variable, por ejemplo en respuesta a la temperatura y caudal del flujo de aire en el conducto de flujo.

Una pluralidad de accionadores de frecuencia variable puede estar prevista para la alimentación de corriente de los compresores respectivos, por ejemplo cada uno de al menos un compresor puede ser alimentado desde un accionador de frecuencia variable separado que puede controlar individualmente y ajustar posiblemente la capacidad de refrigeración del compresor respectivo.

20 Cada accionador de frecuencia variable puede estar situado en cualquier posición adecuada en el alojamiento de la unidad principal y ser conectado adecuadamente a la alimentación de corriente de uno o más compresores requeridos.

Preferiblemente, cada uno de los módulos de refrigeración autónomos comprende al menos un accionador de frecuencia variable conectado a la alimentación de corriente de al menos un compresor del módulo de refrigeración de manera que la unidad de aire pre-acondicionado es equipada automáticamente con al menos un accionador de frecuencia variable requerido para la alimentación de corriente de al menos un compresor cuando el módulo es instalado en el alojamiento. El controlador o controladores VFD de al menos un accionador de frecuencia variable pueden realizar además recogida de datos de valores de parámetros detectados por sensores del módulo, por ejemplo sensores de temperatura que detectan la temperatura del flujo de aire antes y después de al menos un evaporador y de al menos un condensador, sensores de presión que detectan la presión del refrigerante en al menos un sistema de refrigeración, etc.

30 La unidad de aire pre-acondicionado puede comprender además al menos un ventilador de condensador para la generación de un flujo de aire del condensador que interactúa con al menos uno de al menos un condensador incrementando por ello la capacidad de extracción de calor de al menos un condensador.

Cada uno de al menos un ventilador del condensador puede estar situado en cualquier posición adecuada en el alojamiento de la unidad principal para la provisión de un flujo de aire del condensador dentro del alojamiento. Cada uno de al menos un ventilador del condensador puede estar situado junto a una salida de aire en el alojamiento para la generación de un flujo de aire de salida del condensador a través de la salida, y cada uno de al menos un condensador puede estar situado junto a una entrada para interacción con el flujo de aire del condensador generado a temperatura ambiente. Obviamente, la dirección del flujo de aire del condensador puede ser invertida aunque en este caso el flujo de aire del condensador puede ser calentado por componentes internos dentro del alojamiento antes de interactuar con al menos un condensador. Alternativamente, cada uno de los módulos de refrigeración autónomos puede comprender al menos un ventilador del condensador posicionado junto al menos uno de al menos un condensador del módulo para la generación de un flujo de aire del condensador que interactúa con al menos uno de al menos un condensador incrementando por ello la capacidad de extracción de calor de al menos un condensador. Por ello, la unidad de aire pre-acondicionado está equipada automáticamente con la capacidad del ventilador de condensador requerido cuando el módulo es instalado en el alojamiento.

Uno o más de los ventiladores de condensador de los módulos de refrigeración autónomos pueden ser alimentados desde un accionador de frecuencia variable. En una unidad de aire pre-acondicionado convencional, el ventilador de condensador es alimentado desde la red eléctrica, es decir con una tensión de CA de 50 Hz en Europa y de 60 Hz en los Estados Unidos de Norteamérica, y así, el rendimiento del ventilador del condensador es bloqueado a la frecuencia de la red eléctrica. Ventajosamente, el controlador VFD es capaz de variar la tensión de salida y la frecuencia del accionador de frecuencia variable con el fin de controlar al menos un ventilador del condensador de acuerdo con los requisitos operativos actuales, tales como la presión actual dentro de al menos un condensador, eficiencia, etc. Preferiblemente, el accionador de frecuencia variable mantiene la relación entre la tensión de salida y la frecuencia sustancialmente constante para mantener un par motor elevado a lo largo de todo el rango de frecuencia de salida. La frecuencia de salida puede ir desde 0 Hz a la frecuencia nominal máxima de al menos un ventilador del condensador. Una pluralidad de accionadores de frecuencia variable puede estar prevista para la alimentación de corriente de ventiladores del condensador respectivos, por ejemplo cada uno de al menos un ventilador de condensador puede ser alimentado desde un accionador de frecuencia variable, por ejemplo un accionador de frecuencia variable separado, que puede controlar el

caudal de aire del condensador generado por el ventilador del condensador respectivo.

Cada accionador de frecuencia variable puede estar situado en cualquier posición adecuada en el alojamiento de la unidad principal y conectado adecuadamente a la alimentación de corriente de uno o más de los ventiladores de condensador requeridos.

- 5 Cada uno de los módulos de refrigeración autónomos puede comprender un accionador de frecuencia variable conectado a la alimentación de corriente de al menos un ventilador del condensador del módulo de refrigeración de manera que la unidad de aire pre-acondicionado esté equipada automáticamente con el accionador de frecuencia variable requerido para la alimentación de corriente al menos de un ventilador del condensador cuando el módulo está instalado en el alojamiento.
- 10 La unidad de aire pre-acondicionado puede comprender además un accionador de frecuencia variable conectado a la red de alimentación eléctrica de la soplante. Ventajosamente, el controlador VFD es capaz de variar la tensión de salida y la frecuencia del accionador de frecuencia variable con el fin de controlar la soplante de acuerdo con los requisitos operativos actuales, fundamentalmente la cantidad de aire permitida para ser recibida en el tipo de avión actualmente conectado a la unidad de aire pre-acondicionado. Preferiblemente, el accionador de frecuencia variable mantiene la relación entre la tensión de salida y la frecuencia sustancialmente constante para mantener un par motor elevado a lo largo de todo el rango de frecuencia de salida. La frecuencia de salida puede ir desde 0 Hz a la frecuencia nominal máxima de la soplante.
- 15

Preferiblemente, la unidad de aire pre-acondicionado tiene un controlador central que está configurado para controlar la operación de la unidad de aire pre-acondicionado. El controlador central puede estar conectado a una interfaz de usuario para la recepción de comandos de usuario procedentes de un usuario y para emitir mensajes al usuario. La unidad de aire pre-acondicionado puede comprender al menos uno de los siguientes elementos: un panel de interfaz de usuario con teclas de entrada y una pantalla de presentación, un control remoto, una interfaz de ordenador, una interfaz de red, un altavoz, etc. Por ejemplo, una de las principales entradas de usuario especifica el tipo de avión que ha de ser alimentado por la unidad de aire pre-acondicionado. Esta información puede ser introducida utilizando teclas de entrada del panel de usuario, o, utilizando un control remoto desde el puente de embarque de pasajeros, o, puede ser transmitida desde el sistema de gestión de edificios del aeropuerto, etc.

El controlador central puede estar conectado además con algunos o con todos los controladores VFD de la unidad de aire pre-acondicionado para el control individual de los controladores VFD. Por ejemplo, el controlador central puede emitir una configuración de temperatura individual a cada uno de los controladores VFD de la unidad de aire pre-acondicionado, y, en respuesta a la configuración de temperatura individual, cada uno de los controladores VFD controla la capacidad de refrigeración de al menos un compresor respectivo para ajustar la temperatura del flujo de aire que ha interactuado con al menos un evaporador correspondiente según sea requerido.

Además, cada uno de los módulos de refrigeración puede ser configurado para detección de fallos de manera que, en el caso de que uno de los módulos de refrigeración autónomos instalados falle, el módulo de refrigeración que falla transmita una señal de fallo al controlador central y, si se requiere, lo apague. En respuesta a la señal de fallo, el controlador central puede operar para ajustar automáticamente la cantidad requerida de refrigeración entre los módulos de refrigeración autónomos restantes que funcionan adecuadamente de la unidad de aire pre-acondicionado.

El controlador central puede ser interconectado con algunos o con todos los controladores VFD y posiblemente otros dispositivos controlados, tales como un módulo SCR que controla un calentador en el conducto de flujo, con un bus de datos y control, tal como el bus CAN.

La unidad de aire pre-acondicionado puede tener un circuito rectificador conectado a la entrada de red eléctrica de la unidad de aire pre-acondicionado para la generación de una alimentación de tensión de CC para alimentar los accionadores de frecuencia variable.

Con el fin de suprimir la distorsión y contaminación de la red eléctrica, el circuito rectificador puede comprender un rectificador de 12 impulsos, o un rectificador de 18 impulsos, o un rectificador de 24 impulsos, etc.

La unidad de aire pre-acondicionado puede compartir una toma de corriente de red con otro equipo del avión estacionado, tal como, una unidad de energía auxiliar en tierra, una bobina de cable, cargadores de vehículo, etc. Con el fin de disminuir el pico de requisito de energía de la toma de corriente de red compartida, la unidad de aire pre-acondicionado puede comprender una entrada de control para compartir energía para controlar el consumo de energía de la unidad de aire pre-acondicionado. La entrada de control para compartir energía puede por ejemplo ser utilizada para disminuir el consumo de energía de la unidad de aire pre-acondicionado durante la operación de carga elevada de la unidad de energía auxiliar en tierra, por ejemplo disminuyendo la capacidad de refrigeración proporcionada por la unidad de aire pre-acondicionado cuando la unidad de energía auxiliar en tierra extrae una corriente de alimentación alta. La unidad de energía auxiliar en tierra solo funciona típicamente en carga máxima durante un período de tiempo corto antes de ser remolcada desde la puerta hasta que es desconectada del avión en cuyo momento en el tiempo el sistema de acondicionamiento de aire propio del avión toma el control. Antes de eso, la cabina de pasajeros del avión ha sido ya

enfriada durante algún tiempo y así, de nuevo, disminuir la capacidad de refrigeración durante un corto periodo de tiempo antes de ser remolcada no disminuye seriamente el rendimiento total de la unidad de aire pre-acondicionado. En general, disminuir la capacidad de refrigeración durante períodos de tiempo cortos no disminuye seriamente el rendimiento total de la unidad de aire pre-acondicionado.

5 La unidad de aire pre-acondicionado puede ser montada por debajo de o sobre la parte superior de un puente de embarque de pasajeros y moverse libremente con el accionamiento del puente. Alternativamente, la unidad de aire pre-acondicionado puede estar provista con patas de pedestal para flexibilidad en la ubicación de la unidad de aire pre-acondicionado en una zona de estacionamiento de aeronaves o en un hangar.

10 Una pluralidad de las nuevas unidades de aire pre-acondicionado pueden ser interconectadas para suministrar aire pre-acondicionado a un avión estacionado en cooperación. Dos de las nuevas unidades de aire pre-acondicionado pueden por ejemplo ser acopladas en paralelo en una configuración maestra-esclava en la que las salidas de cada una de las unidades de aire pre-acondicionado alimentan a una manguera común que está conectada al avión estacionado y posiblemente se dividen en el avión en dos o más mangueras para alimentar posibles entradas individuales del avión para el aire pre-acondicionado. La maestra puede controlar a la esclava de tal manera que las dos unidades de aire pre-acondicionado entreguen sustancialmente las mismas cantidades de aire pre-acondicionado sustancialmente a la misma temperatura al avión estacionado. Se pueden aplicar también otros principios de control. Por ejemplo, el bus CAN de las unidades de aire pre-acondicionado cooperantes pueden ser interconectados para flexibilidad de compartir el control entre unidades cooperantes.

15 Las anteriores y otras características y ventajas del presente invento resultarán más evidentes a los expertos en la técnica describiendo en detalle realizaciones ejemplares de las mismas con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

20 La fig. 1 muestra una unidad de aire pre-acondicionado desde arriba con la parte superior quitada,

La fig. 2 muestra una unidad de aire pre-acondicionado en perspectiva con dos módulos de refrigeración autónomos extraídos desde sus compartimentos respectivos,

25 La fig. 3 muestra un módulo de refrigeración autónomo en perspectiva,

La fig. 4 ilustra la manipulación de un módulo de refrigeración autónomo con una carretilla de horquilla elevadora,

30 La fig. 5 muestra una unidad de aire pre-acondicionado en perspectiva lista para el montaje,

La fig. 6 es un diagrama de bloques que muestra las interconexiones eléctricas de distintos módulos y subconjuntos de la unidad de aire pre-acondicionado,

35 La fig. 7 muestra el panel de interfaz de usuario de la unidad de aire pre-acondicionado,

La fig. 8 muestra otra unidad de aire pre-acondicionado desde arriba con la parte superior quitada, y

40 La fig. 9 muestra dos unidades de aire pre-acondicionado acopladas en paralelo en una configuración maestra-esclava.

El presente invento será descrito a continuación más completamente de aquí en adelante con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se han mostrado realizaciones ejemplares del invento. El invento puede, sin embargo, ser realizado de diferentes formas y no debería ser interpretado como limitado a las realizaciones descritas aquí. En su lugar, estas realizaciones son proporcionadas de manera que esta descripción será meticulosa y completa, y transportará completamente el marco del invento a los expertos en la técnica.

45 La fig. 1 muestra una vista superior de una realización ejemplificada de la nueva unidad de aire pre-acondicionado 10 para suministrar aire pre-acondicionado a un avión estacionado en tierra. La unidad de aire pre-acondicionado 10 tiene una unidad principal con un alojamiento 12 con paredes 14a, 14b, 14c, 14d, 16a, 16b, 18, además de las paredes

50 superior e inferior (no mostradas) que definen un conducto de flujo 20. El aire ambiente entra en el conducto de flujo 20 a través de una entrada de aire 22 en una pared lateral 24 del alojamiento 12. El conducto de flujo 20 está plegado dentro del alojamiento 12 de manera que las paredes 16a, 16b separan el conducto de flujo en dos partes fluyendo aire en direcciones opuestas durante el funcionamiento de la unidad de aire pre-acondicionado 10. La pared lateral tiene también una salida de aire 25 para conexión al avión estacionado, por ejemplo con una o más mangueras, para suministrar el aire acondicionado al avión estacionado. La dirección del flujo de aire es ilustrada por las flechas 26a, 26b, 26c, 26d, 26e. El aire es aspirado a través de un filtro 28 fácilmente reemplazable que es montado a través de la entrada de aire 22. Para impedir pérdidas de refrigeración, las paredes exteriores 14a, 14b, 14c, 14d, incluyendo la pared superior del conducto de flujo están provistas con una capa de 50 mm de grosor de material aislante térmicamente. En la parte inferior del conducto de flujo, el aislante térmico está previsto por debajo de una placa (no mostrada) para la recogida de condensado.

Una soplante 30 es conectada con el conducto de flujo 20 para generación del flujo aire requerido procedente de la entrada de aire 22 hacia la salida de aire 25. En la unidad de aire pre-acondicionado 10 ilustrada, la soplante 30 es un

ventilador centrífugo muy eficiente. La soplante 30 está montado con amortiguadores de vibración y fijada con conexiones flexibles al conducto de flujo 20. El conducto de flujo 20 está dimensionado para una velocidad de aire baja con el fin de impedir el traspaso libre de humedad.

5 Un calentador opcional 32 está montado en el conducto de flujo 20 permitiendo que la unidad de aire pre-acondicionado 10 caliente el aire ambiente en caso de temperaturas de aire ambiente bajas.

Como se ha mostrado más claramente en la fig. 2, la unidad de aire pre-acondicionado 10 ilustrada tiene cuatro compartimentos 34 similares para recibir y contener cuatro módulos de refrigeración autónomos 36 idénticos, respectivos.

10 Como se ha mostrado en la fig. 3, cada uno de los módulos de refrigeración autónomos 36 comprende un sistema de refrigeración que incluye un compresor 38, un condensador 40, una válvula de expansión 42, y un evaporador 44 conectados en serie en un circuito de flujo refrigerante que contiene un refrigerante seleccionado de acuerdo con la temperatura ambiente máxima esperada del aeropuerto en cuestión, por ejemplo R134a seleccionado para el funcionamiento a temperaturas ambiente máximas de alrededor de 40° C. El circuito de flujo refrigerante forma bucle cerrado y sellado herméticamente. Cada uno de los módulos de refrigeración autónomos 36 opera de acuerdo con los principios de refrigerador bien conocidos.

15 Cada uno de los módulos de refrigeración autónomos 36 puede ser instalado en el alojamiento 12 de la unidad principal sin interferir con el sistema de refrigeración del módulo 36 de manera que el montaje y el posible desmontaje de los módulos de refrigeración autónomos 36 en el alojamiento 12 de la unidad de aire pre-acondicionado pueda ser realizado por personas sin experiencia específica en el campo de sistemas de refrigeración. Los módulos de refrigeración autónomos 36 pueden ser fabricados en un lugar particularmente adecuado para la fabricación de sistemas de refrigeración para la integración subsiguiente con alojamientos 12 de la unidad principal en un lugar separado particularmente adecuado para la fabricación de equipo de tierra del aeropuerto en general aumentando por ello la flexibilidad de fabricación y disminuyendo el coste de fabricación de la unidad de aire pre-acondicionado 10. Además, el módulo de refrigeración autónomo 36 puede ser almacenado como una pieza de recambio incluyendo el refrigerante, por lo que es posible la reparación de una unidad de aire pre-acondicionado sin tener que realizar la tarea engorrosa de vaciar el refrigerante de la unidad de aire pre-acondicionado.

20 La alimentación de corriente, los circuitos de control, y la interfaz de usuario de la unidad de aire pre-acondicionado 10 permiten que la unidad de aire pre-acondicionado 10 funcione con cualquier número de módulos de refrigeración autónomos 36 instalados, es decir, la unidad de aire pre-acondicionado 10 ilustrada puede funcionar con un único módulo de refrigeración autónomo 36 instalado en un compartimento 34 arbitrariamente seleccionado; o, con dos módulos de refrigeración autónomos 36 instalados en compartimentos 34 respectivos arbitrariamente seleccionados; o, con tres módulos de refrigeración autónomos 36 instalados en compartimentos 34 respectivos arbitrariamente seleccionados; o con cuatro módulos de refrigeración autónomos 36 instalados en compartimentos 34 respectivos. De esta manera, una línea de producto de las unidades de aire acondicionado 10 está prevista para hacer cuatro unidades de aire pre-acondicionado 10 diferentes disponibles con diferentes capacidades de refrigeración basándose en los mismos componentes. Esto disminuye el coste de fabricación disminuyendo el coste de compra por componente, y el coste de almacenamiento y de manipulación tanto por componente como por unidad de aire pre-acondicionado 10 acabada. Además, una unidad de aire pre-acondicionado 10 ya en uso en un aeropuerto con menos de cuatro módulos de refrigeración autónomos 36 instalados puede ser actualizada in situ instalando uno o más módulos de refrigeración autónomos 36 en compartimentos 34 vacíos.

30 Preferiblemente, los módulos de refrigeración autónomos 36 son instalados de manera desmontable en el alojamiento 12 de la unidad principal facilitando la separación de un módulo de refrigeración autónomo desde el alojamiento 12, por ejemplo utilizando tornillos, tuercas y pernos para sujetar cada uno de los módulos de refrigeración autónomos 36 al alojamiento 12 y utilizando conectores eléctricos (no mostrados) para establecer las interconexiones eléctricas requeridas entre el módulo de refrigeración y el alojamiento 12 cuando el módulo de refrigeración 36 es insertado en el alojamiento 12 de la unidad principal 10.

35 La fig. 2 muestra en perspectiva la unidad de aire pre-acondicionado de la fig. 1 con dos módulos de refrigeración autónomos 36 extraídos del alojamiento 12 de la unidad principal 10. La fig. 5 muestra en perspectiva la unidad de aire pre-acondicionado de las figs. 1 y 2 con los dos módulos de refrigeración autónomos 36 insertados e instalados en el alojamiento 12 de la unidad principal 10.

40 La movilidad de los módulos 36 mejora la utilidad de la unidad de aire pre-acondicionado 10 ya que un módulo de refrigeración autónomo con un posible mal funcionamiento puede ser separado del alojamiento 12 de la unidad principal 10 y reemplazado por un módulo 36 que funciona con un mínimo de tiempo de inactividad de la unidad de aire pre-acondicionado 10. Un módulo de refrigeración 36 puede ser reemplazado en aproximadamente 20 minutos. En el caso de que no haya disponible un módulo de refrigeración 36 que funcione para la sustitución del módulo de refrigeración 36 que funciona mal, la unidad de aire pre-acondicionado 10 continuará su funcionamiento con los módulos de refrigeración 36 restantes, es decir la unidad de aire pre-acondicionado 10 permanece completamente operativa, sin embargo con una capacidad de refrigeración disminuida. Además, el módulo 36 que funciona mal puede ser movido para su reparación en

- un lugar separado particularmente adecuado para la reparación de sistemas de refrigeración. También, es reducido por ello el posible requisito de desmontar y mover toda la unidad de aire pre-acondicionado para reparar un circuito de refrigeración. Preferiblemente, el módulo de refrigeración autónomo 36 tiene dimensiones físicas adecuadas para su movimiento mediante una carretilla de horquilla elevadora 47 como se ilustrado en la fig. 4 facilitando el transporte del módulo 36, por ejemplo para el almacenamiento, el montaje en una unidad de aire pre-acondicionado 10, y el servicio. Por ejemplo, un módulo 36 que funciona mal puede ser retirado del alojamiento 12 con una carretilla de horquilla elevadora 47 y un módulo 36 que funciona correctamente puede ser instalado en el alojamiento 12 con una carretilla de horquilla elevadora 47.
- En la unidad de aire pre-acondicionado 10 ilustrada, el evaporador 44 de cada módulo de refrigeración autónomo 36 es posicionado dentro del conducto de flujo 20 a través de una ranura en la pared 14a, 14b, 14c, 14d cuando está instalado en el alojamiento 12 de la unidad principal para un intercambio de calor óptimo con el flujo de aire en el conducto 20. El evaporador 44 tiene un gran número de canales para el paso del flujo de aire en el conducto 20 que proporcionan una gran superficie de intercambio de calor entre el flujo de aire y el refrigerante que circula dentro del evaporador 44 como es bien conocido en la técnica de sistemas de refrigeración. Las ranuras en las paredes 14a, 14b, 14c, 14d son cerradas herméticamente cuando los módulos de refrigeración autónomos 36 respectivos son montados en sus posiciones operativas en los compartimentos 34. En ausencia del módulo de refrigeración autónomo 36, la ranura es cerrada herméticamente con una placa de cubierta.
- Enfriar en múltiples pasos como es proporcionado por una pluralidad de módulos de refrigeración autónomos 36 condensa de forma eficiente la humedad de aire y protege al último evaporador 44 de aguas abajo de la congelación. Una bandeja de condensación de acero inoxidable (no mostrada) y una bomba de condensado integrada (no mostrada) aseguran que la humedad de condensación es retirada de una manera controlada.
- El aire de refrigeración deja la unidad de aire pre-acondicionado ilustrada a través de una o dos mangueras de 14".
- Cada uno de los compresores 38 de los módulos de refrigeración autónomos 36 puede ser alimentado desde un accionador de frecuencia variable 46 situado también en el módulo de refrigeración autónomo respectivo 36. En una unidad de aire pre-acondicionado convencional, el compresor es alimentado desde la red eléctrica, es decir con una tensión de CA de 50 Hz en Europa y de 60 Hz en los Estados Unidos de Norteamérica. Así, la capacidad del compresor está limitada por la frecuencia de la red eléctrica. Esta limitación no existe en la nueva unidad de aire pre-acondicionado 10. Ventajosamente, el controlador VFD es capaz de variar la tensión de salida y la frecuencia del accionador de frecuencia variable 46 con el fin de controlar el compresor 38 de acuerdo con el requisito de refrigeración actual. En la unidad de aire pre-acondicionado ilustrada, el accionador de frecuencia variable 46 mantiene la relación entre la tensión de salida y la frecuencia sustancialmente constante para mantener un par motor elevado a lo largo de todo el rango de frecuencia de salida. La tensión de salida y la frecuencia suministrada por el accionador de frecuencia variable 46 es controlada por el controlador VFD de una manera bien conocida en la técnica de accionadores de frecuencia variable. Preferiblemente, el controlador VFD es capaz de controlar el accionador de frecuencia variable 46 para emitir una frecuencia de salida variable, por ejemplo que va desde 0 Hz a la frecuencia nominal máxima del compresor 38, por lo cual cada uno de los compresores 38 alimentados desde un accionador de frecuencia variable 46 respectivo puede ser controlado para la provisión de una capacidad de refrigeración variable.
- Cada uno de los módulos de refrigeración autónomos tiene sensores de temperatura (39 en la fig. 6) en conexión eléctrica con el controlador VFD del módulo 36 y montados para detectar temperaturas en el flujo de aire aguas arriba y aguas abajo del evaporador 44 y transmitir los valores de temperatura detectados al controlador VFD, y el controlador VFD controla la capacidad de refrigeración del compresor 38 en respuesta a las temperaturas detectadas.
- Cada uno de los módulos de refrigeración autónomos 36 opera de forma continua, es decir, la tensión de salida y la frecuencia del accionador de frecuencia variable 46 son ajustadas a niveles requeridos por el compresor 38 con el fin de enfriar el flujo de aire que ha interactuado con el evaporador 44 sustancialmente a los ajustes de temperatura. Esto aumenta el tiempo de vida y disminuye el consumo de corriente de los módulos de refrigeración 36 cuando es comparado con el control de encendido/apagado de los compresores 38.
- La unidad de aire pre-acondicionado 10 comprende además dos ventiladores 48 de condensador montados a través de aberturas en la pared lateral 50 para la generación de flujo de aire de condensador que hace que el aire ambiente entre en el alojamiento 12 a través de aberturas en los módulos de refrigeración autónomos 36 cubiertos por los condensadores 40 como se ha indicado por las flechas 52a – 52f para extracción de calor desde las superficies de intercambio de calor de los condensadores 40.
- Los ventiladores 48 de condensador son alimentados desde un accionador de frecuencia variable 54. Ventajosamente, el controlador VFD del accionador de frecuencia variable 54 es capaz de variar la tensión de salida y la frecuencia del accionador de frecuencia variable 54 con el fin de controlar los ventiladores 48 de condensador de acuerdo con los requisitos operativos actuales, tales como presión actual dentro del condensador o condensadores, eficiencia, etc. Preferiblemente, el accionador de frecuencia variable 54 mantiene la relación de la tensión de salida y la frecuencia sustancialmente constante para mantener el par motor elevado a lo largo de todo el rango de frecuencia de salida. La frecuencia de salida puede ir desde 0 Hz a la frecuencia nominal máxima de los ventiladores de condensador. La unidad

de aire pre-acondicionado 10 comprende además un accionador de frecuencia variable 56 conectado a la alimentación de corriente eléctrica de la soplante 30. Ventajosamente, el controlador VFD del accionador de frecuencia variable 56 es capaz de variar la tensión de salida y la frecuencia del accionador de frecuencia variable 56 con el fin de controlar la soplante de acuerdo con los requisitos operativos actuales, fundamentalmente la cantidad de aire permitida para ser recibida en el tipo de avión actualmente conectado a la unidad de aire pre-acondicionado. Preferiblemente, el accionador de frecuencia variable 56 mantiene la relación entre la tensión de salida y la frecuencia sustancialmente constante para mantener un par motor elevado a lo largo de todo el rango de frecuencia de salida. Preferiblemente, el controlador del accionador de frecuencia variable 56 es capaz de controlar el accionador de frecuencia variable 56 para que emita una frecuencia de salida variable, por ejemplo que va desde 0 Hz a la frecuencia nominal máxima de la soplante por lo que la soplante 30 alimentada desde el accionador de frecuencia variable 56 puede ser controlada para la provisión de un caudal variable del flujo de aire en el conducto de flujo 20, por ejemplo en respuesta a una orden o comando de control de usuario, por ejemplo el tipo de avión.

La unidad de aire pre-acondicionado 10 tiene un controlador central 60 que está configurado para controlar el funcionamiento de la unidad de aire reacondicionado 10. El controlador central 60 está conectado con el panel de interfaz de usuario 58 para la recepción de comandos de usuario y para emitir mensajes al usuario, por ejemplo sobre una pantalla de presentación del panel de interfaz de usuario 58, por un altavoz de la interfaz de usuario, etc.

El controlador central 60 está conectado con todos los controladores VFD de la unidad de aire pre-acondicionado 10 para el control individual de los controladores VFD. Por ejemplo, el controlador central emite una configuración de temperatura individual a cada uno de los controladores VFD de la unidad de aire pre-acondicionado 10, y, en respuesta a la configuración de temperatura individual, cada uno de los controladores VFD controla la capacidad de refrigeración del compresor respectivo 38 para ajustar la temperatura del flujo de aire que ha interactuado con el evaporador correspondiente 44 según se requiera. Además, en el caso de que uno de los módulos de refrigeración autónomos 36 instalados falle, el módulo de refrigeración que ha fallado transmite una señal de fallo al controlador central 60 y lo apaga. En respuesta a la señal de fallo, el controlador central 60 actúa para ajustar automáticamente la cantidad requerida de refrigeración entre los restantes módulos de refrigeración autónomos 36 que funcionan apropiadamente de la unidad de aire pre-acondicionado 10.

La fig. 6 es un diagrama de bloques que muestra las interconexiones eléctricas de distintos módulos y subconjuntos de la unidad de aire pre-acondicionado 10.

La unidad de aire pre-acondicionado 10 ilustrada tiene un rectificador 62 de 12 impulsos conectado a una entrada 64 de la red de eléctrica de la unidad de aire pre-acondicionado 10 para la generación de una alimentación de tensión de CC. Utilizar accionadores de frecuencia variable puede generar distorsión armónica de la entrada de red. Para minimizar la distorsión de la entrada de red, las tres fases de la red son transformadas en seis fases que son rectificadas en el rectificador 62 de puente completo de 12 impulsos no regulados. La combinación del rectificador 62 de 12 impulsos, del transformador 66 relacionado y del filtro de entrada 68 reduce la realimentación armónica en la red a un mínimo. Además, el rectificador 62 de 12 impulsos incluye circuitos de arranque suave que limitan la corriente de entrada. Más aún, la utilización del rectificador 62 de 12 impulsos da como resultado un factor de potencia de entrada elevado, es decir un factor de potencia que es mayor de 0,8; por ejemplo de 0,96 lo que a su vez da como resultado una corriente de red de entrada reducida.

La alimentación de tensión de CC filtrada es encaminada a cada uno de los compartimentos 34 para la alimentación de corriente de cada uno de los accionadores de frecuencia variable 46 de los módulos autónomos 36 cuando están instalados en los compartimentos 34 respectivos.

La alimentación de tensión de CC filtrada es además encaminada al accionador de frecuencia variable 56 para alimentación de corriente de la soplante 30 y al accionador de frecuencia variable 54 para la alimentación de corriente de los dos ventiladores 48 de condensador.

El controlador central 60 está basado en un microcontrolador y un procesador de señal digital que cooperan para regular, supervisar y diagnosticar posibles fallos externos e internos. Además, cada accionador de frecuencia variable 46, 54, 56 comprende un microcontrolador para realizar el control individual de dispositivos conectados al accionador de frecuencia variable en cuestión. Además, el controlador VFD de cada uno de los módulos de refrigeración autónomos 36 vigila el sistema de refrigeración respectivo y disminuye la capacidad de refrigeración o detiene la refrigeración si la presión del refrigerante es demasiado baja o demasiado alta.

El controlador central 60 ajusta automáticamente la refrigeración realizada por la unidad de aire pre-acondicionado 10 al tipo de avión seleccionado, a la temperatura ambiente, a la humedad, a la temperatura de cabina, al flujo de aire saliente desde la unidad de aire pre-acondicionado 10, etc.

El controlador central 60 y los accionadores de frecuencia variable 46, 54, 56 y el módulo SCR 70 que controla el calentador 32 están interconectados con un bus de datos y de control, que en el ejemplo ilustrado es el bus CAN.

La unidad de aire pre-acondicionado 10 puede compartir una salida de corriente de la red con otro equipo del avión

- estacionado, tal como, una unidad de energía en tierra, una bobina de cable, cargadores de batería de vehículos, etc. Con el fin de disminuir el requisito de pico de corriente de la salida de corriente de red compartida, la unidad de aire pre-acondicionado 10 comprende una entrada de control para compartir corriente (no mostrada) para el control del consumo de corriente de la unidad de aire pre-acondicionado 10. La entrada del control para compartir corriente puede por ejemplo ser utilizada para disminuir el consumo de corriente de la unidad de aire pre-condicionado 10 durante la operación de la unidad de energía en tierra de carga elevada, por ejemplo disminuyendo la capacidad de refrigeración proporcionada por la unidad de aire pre-acondicionado 10 durante la operación de la unidad de energía de tierra de carga elevada. La unidad de energía de tierra funciona típicamente sólo a carga máxima durante un corto periodo de tiempo antes de retroceder desde la puerta hasta que es desconectada del avión en cuyo punto en el tiempo el sistema de acondicionamiento de aire propio del avión toma el control. Antes de eso, la cabina de pasajeros del avión ha sido ya enfriada durante algún tiempo y así, disminuir la capacidad de refrigeración durante un periodo de tiempo corto antes de retroceder no disminuye seriamente el rendimiento total de la unidad de aire pre-acondicionado 10. En general, reducir la capacidad de refrigeración durante períodos de tiempo cortos no disminuye seriamente el rendimiento total de la unidad de aire pre-acondicionado 10.
- La fig. 7 muestra el panel 58 de interfaz de usuario de la unidad de aire pre-acondicionado 10. El panel 58 de interfaz de usuario incluye una pantalla de presentación 72 de LCD visible en todas las condiciones meteorológicas y que presenta todos los datos operativos relevantes. La pantalla de presentación proporciona información a diferentes niveles: En un modo por defecto, la pantalla de presentación muestra el estado de la unidad de aire pre-condicionado 10, tal como tipo de avión, temperatura de cabina, etc. En un modo de alarma, la pantalla de presentación muestra el tipo de alarma y la historia de la alarma. Y en un modo de configuración, la pantalla muestra distintos parámetros que pueden ser ajustados.
- La unidad de aire pre-acondicionado incluye puertos de entrada/salida digitales, tal como el puerto RS485 aislado galvánico, el puerto Ethernet TCP/IP, etc., para control remoto de la unidad de aire pre-acondicionado 10 y vigilancia incluyendo el volcado de datos para tareas de servicio.
- La unidad de aire pre-acondicionado 10 puede ser montada por debajo o en la parte superior de un puente de accionamiento de la zona de estacionamiento y moverse libremente con el accionador del puente. Alternativamente, la unidad de aire pre-acondicionado 10 puede estar provista con patas de pedestal para flexibilidad en la ubicación de la unidad de aire pre-acondicionado para aplicaciones de puente y de hangar fijas.
- Otras unidades de aire pre-acondicionado pueden estar previstas dentro del marco de las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, puede haber previstas otras unidades de aire pre-acondicionado con diferentes números de compartimentos para los módulos de refrigeración autónomos, tales como 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, etc., compartimentos.
- En el ejemplo ilustrado en las figs. 1, 2, 4, 5 y 6, los módulos de refrigeración autónomos funcionan en serie. Otras unidades de aire pre-acondicionado pueden estar provistas con módulos de refrigeración autónomos que funcionan en paralelo; o con ambos funcionando en paralelo y en serie.
- Por ejemplo, la fig. 8 muestra una vista superior de una nueva unidad de aire pre-acondicionado 10 con dos conjuntos de módulos de refrigeración autónomos 36a, 36b, y 36c, 36d. Dentro de cada conjunto, los módulos de refrigeración autónomos funcionan en paralelo, y los dos conjuntos de los módulos de refrigeración autónomos funcionan en serie para suministrar aire pre-acondicionado a un avión estacionado en tierra.
- La unidad de aire pre-condicionado 10 mostrada en la fig. 8 tiene una unidad principal con un alojamiento 12 con paredes 14a, 14b, 14c, 14d, 18a, 18b además de paredes superior e inferior (no mostradas) que definen un conducto de flujo 20. El aire ambiente entra a través de una entrada de aire 22 en una pared lateral 24 del alojamiento 12. El aire es aspirado a través de un filtro 28 fácilmente reemplazable que es montado a través de la entrada de aire 22. Un calentador 32 opcional es montado en la entrada de aire 22 que permite que la unidad de aire pre-acondicionado 10 caliente el aire ambiente en caso de temperaturas de aire ambiente bajas.
- Una soplante 30 está conectada con el conducto de flujo 20 para la generación del flujo de aire requerido desde la entrada de aire 22 hacia la salida de aire 25. En la unidad de aire pre-acondicionado 10 ilustrada, la soplante 30 es un ventilador centrífugo muy eficiente. La soplante 30 está montada con amortiguadores de vibraciones y fijada con conexiones flexibles al conducto de flujo 20. El conducto de flujo 20 está dimensionado para una velocidad de aire baja con el fin de impedir el traspaso libre de humedad.
- El conducto de flujo 20 tiene un múltiple 21 para expandir el flujo de aire para el paso de los condensadores 40 que funcionan en paralelo. La dirección del flujo de aire está ilustrada por las flechas 26a, 26b, 26c, 26d, 26e. Para impedir pérdidas de refrigeración, las paredes exteriores 14a, 14b, 14c, 14d, 18a, 18b que incluyen la pared superior del conducto de flujo están provistas con una capa de 50 mm de grosor del material aislante térmico. En la parte inferior del conducto de flujo, el aislante térmico está previsto por debajo de una placa (no mostrada) para la recogida de condensado.
- La unidad de aire pre-acondicionado 10 ilustrada tiene cuatro compartimentos 34 similares para recibir y contener cuatro módulos de refrigeración autónomos 36 respectivos. Debería observarse que los módulos de refrigeración autónomos

paralelos a la izquierda y a la derecha en la fig. 8 tienen diferentes implantaciones con componentes correspondientes posicionados de forma diferente uno con respecto a cada otro con el fin de obtener la configuración resultante ilustrada en la fig. 8. Las geometrías de evaporador de módulos autónomos que funcionan en paralelo difiere también ya que el flujo de aire pasa por los evaporadores respectivos en direcciones opuestas con respecto al circuito de refrigeración.

- 5 Los componentes restantes y el funcionamiento de la unidad de aire pre-acondicionado 10 ilustrados en la fig. 8 son ya explicados en conexión con la unidad de aire pre-acondicionado ilustrada en las figuras previas y no se repiten aquí.

Los módulos de refrigeración autónomos pueden ser configurados de distintas maneras dentro del marco de las reivindicaciones adjuntas. El núcleo del módulo de refrigeración autónomo es el sistema de refrigeración en el que el refrigerante fluye en un bucle cerrado y sellado herméticamente dentro del módulo de manera que el módulo puede ser instalado o retirado de la unidad principal sin interferir con el sistema de refrigeración. Los módulos de refrigeración autónomos pueden contener más de un sistema de refrigeración. Además, otros componentes de la unidad de aire pre-acondicionado pueden ser divididos entre la unidad principal y los módulos de refrigeración autónomos de distintas maneras como una cuestión de elección de diseño. Por ejemplo, puede estar prevista una unidad de aire pre-acondicionado en la que los accionadores de frecuencia variable están montados en la unidad principal en vez de en los módulos, puede estar prevista una unidad de aire pre-acondicionado en la que más de uno de los módulos son controlados con el mismo accionador de frecuencia variable; puede estar prevista una unidad de aire pre-acondicionado en la que cada módulo está provisto con su propio ventilador de condensador en vez de, o complementando, uno o más ventiladores de condensador montados en la unidad principal; etc. Además, puede estar prevista una unidad de aire pre-acondicionado en la que los módulos de refrigeración autónomos enfrián el flujo de aire en el conducto de flujo independientemente uno de otro, por ejemplo la unidad principal puede estar cableada de manera que una temperatura predeterminada específica sea ajustada para cada uno de los compartimentos por lo que un módulo de refrigeración autónomo instalado en un compartimento específico recibe la temperatura ajustada para el compartimento en cuestión como una entrada al accionador de frecuencia variable que controla el compresor del módulo. Aún más, puede estar prevista una unidad de aire pre-acondicionado en la cual al menos un módulo de refrigeración autónomo contiene más de un sistema de refrigeración controlado individualmente por accionadores de frecuencia variable separados o en común por un accionador de frecuencia variable. Más aún, puede estar prevista una unidad de aire pre-acondicionado en la que al menos algunos de los módulos de refrigeración autónomos son diferentes.

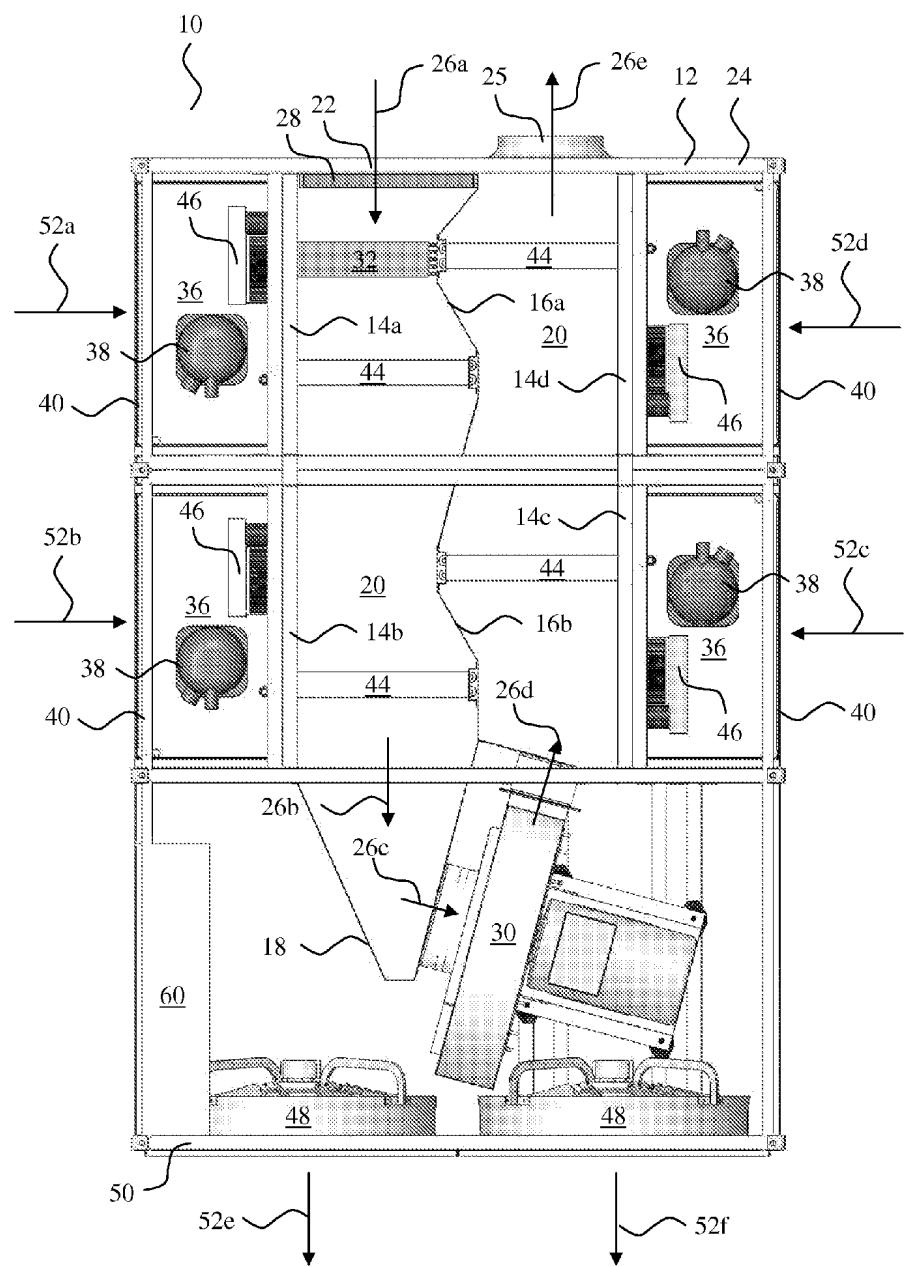
La fig. 9 muestra dos de las unidades de aire pre-acondicionado 10a, 10b acopladas en paralelo en una configuración maestra-esclava. Las salidas de aire 25a, 25b de cada una de las unidades de aire pre-acondicionado 10a, 10b están conectadas con una manguera 74 común. Próxima al avión estacionado, la manguera 74 común es dividida en dos mangas 76, 78 para suministrar entradas individuales correspondientes del avión para el aire pre-acondicionado. La unidad maestra 10a puede controlar a la unidad esclava 10b de tal manera que las dos unidades de aire pre-acondicionado entreguen sustancialmente las mismas cantidades de aire pre-acondicionado sustancialmente a la misma temperatura al avión estacionado.

REIVINDICACIONES

1. Una unidad de aire pre-acondicionado (10) para suministrar aire pre-acondicionado a un avión estacionado en tierra, comprendiendo la unidad de aire pre-acondicionado una unidad principal con un alojamiento que acomoda:
 - 5 un conducto de flujo (20) con una entrada de aire (22) para el aire ambiente y una salida de aire (25) para la conexión con el avión estacionado,
 - 10 una soplante (30) conectada con el conducto de flujo (20) para la generación de un flujo de aire desde la entrada de aire (22) hacia la salida de aire (25), y
 - 15 caracterizada por que el alojamiento además acomoda:
 - 20 una pluralidad de compartimentos (34) cada uno de los cuales está configurado para la acomodación de un módulo de refrigeración autónomo (36) que comprende:
 - 25 al menos un sistema de refrigeración, que incluye cada uno al menos un compresor (38), al menos un condensador (40), al menos una válvula de expansión (42), y al menos un evaporador (44) conectados en un circuito de flujo que contiene un refrigerante, y en el que cada compartimento (34) está configurado además de manera que al menos un evaporador (44) interactúe con el flujo de aire en el conducto de flujo (20) cuando el módulo de refrigeración autónomo (36) es instalado en el compartimento (34); y en el que
 - 30 al menos un módulo de refrigeración autónomo (36) está instalado en la pluralidad de compartimentos (34), en el que al menos uno de los compartimentos (34) está configurado para la instalación desmontable de uno de los módulos de refrigeración autónomos (36) ubicados en él, siendo accionable la unidad (10) cuando tiene un compartimento vacío (34).
 - 35 2. Una unidad de aire pre-acondicionado según la reivindicación 1, en la que el módulo de refrigeración autónomo (36) tiene dimensiones físicas adecuadas para su movimiento por una carretilla de horquilla elevadora (47).
 - 40 3. Una unidad de aire pre-acondicionado según la reivindicación 1 ó 2, que comprende además al menos un accionador de frecuencia variable (46) para la alimentación de corriente de al menos uno de al menos un compresor (38) de al menos un módulo de refrigeración autónomo (36).
 - 45 4. Una unidad de aire pre-acondicionado según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en la que al menos uno de los módulos de refrigeración autónomos (36) incluye al menos un accionador de frecuencia variable (46) conectado para alimentación de corriente de al menos uno de al menos un compresor (38).
 - 50 5. Una unidad de aire pre-acondicionado según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además al menos un ventilador (48) de condensador para generación de un flujo de aire que interactúa con al menos uno de al menos un condensador (40) de al menos un módulo de refrigeración autónomo.
 - 55 6. Una unidad de aire pre-acondicionado según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en la que al menos uno de los módulos de refrigeración autónomos (36) incluye al menos un ventilador de condensador para la generación de un flujo de aire que interactúa con al menos uno de al menos un condensador (40).
 - 60 7. Una unidad de aire pre-acondicionado según la reivindicación 5, que comprende además al menos un accionador de frecuencia variable (54) conectado a la fuente de alimentación de al menos uno de al menos un ventilador (48) de condensador.
 - 65 8. Una unidad de aire pre-acondicionado según la reivindicación 6, en la que al menos un módulo de refrigeración autónomo (36) comprende además al menos un accionador de frecuencia variable conectado para alimentación de corriente de al menos uno de al menos un ventilador de condensador.
 - 70 9. Una unidad de aire pre-acondicionado según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el alojamiento (12) acomoda además un accionador de frecuencia variable (56) conectado para alimentación eléctrica de la soplante (30).
 - 75 10. Una unidad de aire pre-acondicionado según cualquiera de las reivindicaciones 3, 4 ó 7-9, en la que al menos uno de al menos un accionador de frecuencia variable (46, 54, 56) tiene un controlador que está configurado para la variación de la frecuencia de salida de al menos un accionador de frecuencia variable (46, 54, 56).
 - 80 11. Una unidad de aire pre-acondicionado según la reivindicación 10, en la que el controlador está configurado para la variación de la frecuencia de salida de al menos un accionador de frecuencia variable (46, 54, 56) por encima de la frecuencia de la red eléctrica de la unidad de aire pre-acondicionado (10).
 - 85 12. Una unidad de aire pre-acondicionado según la reivindicación 10 u 11, en la que el controlador (60) de al menos un

accionador de frecuencia variable (46, 54, 56) está configurado además para el ajuste de la frecuencia de salida en respuesta a la salida de un sensor conectado al controlador.

- 5 13. Una unidad de aire pre-acondicionado según cualquiera de las reivindicaciones 3, 4 ó 7-12, en la que al menos un accionador de frecuencia variable (46, 54, 56) mantiene la relación entre la tensión de salida y la frecuencia sustancialmente constante para mantener un par motor elevado a lo largo de todo el rango de frecuencia de salida.
- 10 14. Una unidad de aire pre-acondicionado según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en que el alojamiento (12) acomoda además un controlador central (60) que está configurado para controlar el funcionamiento de la unidad de aire pre-acondicionado.
- 15 15. Una unidad de aire pre-acondicionado según la reivindicación 14 como dependiente de las reivindicaciones 10 a 13, en la que el controlador central (60) está conectado al menos a un controlador de los accionadores de frecuencia variable (46, 54, 56).
- 20 16. Una unidad de aire pre-acondicionado según la reivindicación 14 ó 15, en la que el controlador central (60) tiene una entrada de control para compartir potencia para el control del consumo de corriente de la unidad de aire pre-acondicionado.
- 25 17. Una unidad de aire pre-acondicionado según cualquiera de las reivindicaciones 14-16, en la que el controlador central (60) ajusta automáticamente la refrigeración proporcionada por la unidad de aire pre-acondicionado (10) al menos a un elemento de entre: El tipo de avión seleccionado, la temperatura ambiente, la humedad, la temperatura de cabina, y el flujo de aire de salida desde la unidad de aire pre-acondicionado.
- 30 18. Una unidad de aire pre-acondicionado según cualquiera de las reivindicaciones 15-17, en la que cada uno de los sistemas de refrigeración está configurado para detección de fallos de manera que, en el caso de que uno de los sistemas de refrigeración falle, el sistema de refrigeración que falla transmita una señal de fallo al controlador central (60).
- 35 19. Una unidad de aire pre-acondicionado según la reivindicación 18, en la que el controlador central (60) está configurado además para ajustar automáticamente la cantidad de refrigeración requerida entre los sistemas de refrigeración restantes que funcionan correctamente de la unidad de aire pre-acondicionado (10) en respuesta a la señal de fallo.
- 40 20. Una unidad de aire pre-acondicionado según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en que el alojamiento acomoda además un rectificador (62) conectado a una entrada de la red eléctrica (64) de la unidad de aire pre-acondicionado (10) para la generación de una alimentación de tensión de CC.
- 45 21. Una unidad de aire pre-acondicionado según la reivindicación 20, en la que el rectificador (62) es uno seleccionado del grupo que consiste de un rectificador de 12 impulsos, un rectificador de 18 impulsos, y un rectificador de 24 impulsos.
- 50 22. Una unidad de aire pre-acondicionado según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además al menos un elemento de entre: un panel (58) de interfaz de usuario con teclas de entrada y una pantalla de presentación (72), un control remoto, una interfaz de ordenador, una interfaz de red y un altavoz.
- 55 23. Una unidad de aire pre-acondicionado según cualquiera de las reivindicaciones precedentes que comprende además un calentador (32) en el conducto de flujo (20).

**Fig. 1**

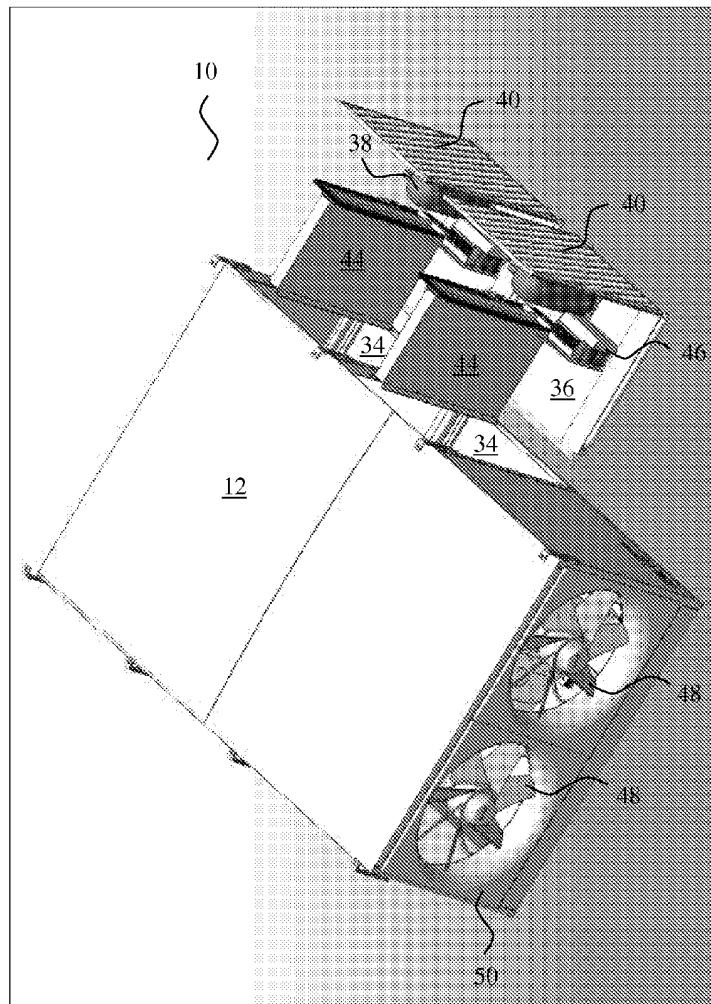


Fig. 2

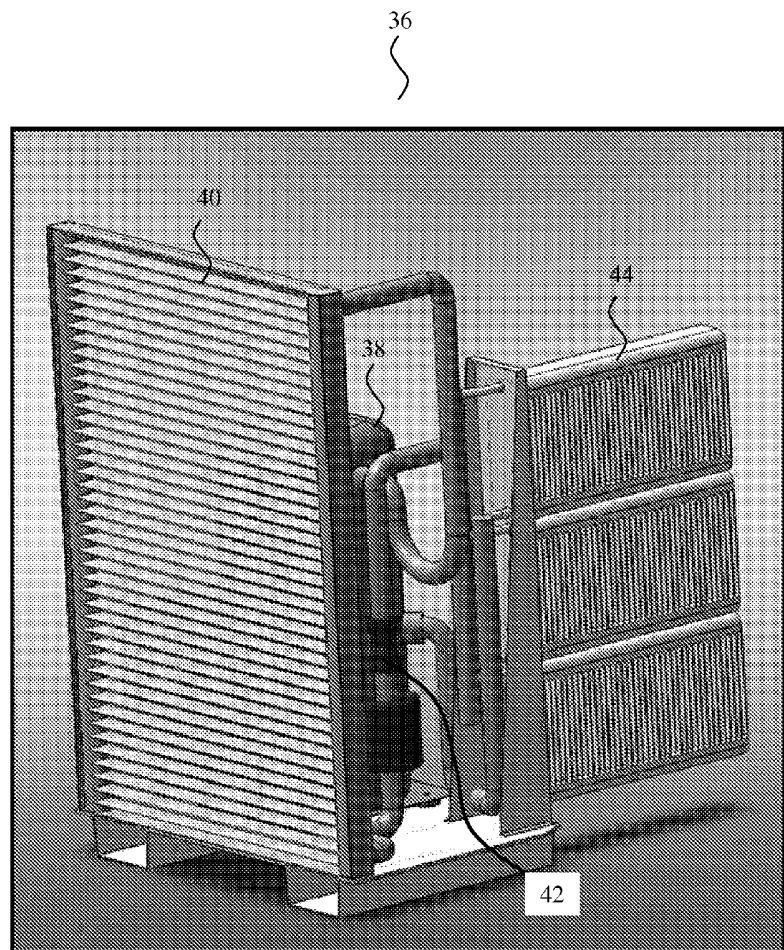


Fig. 3

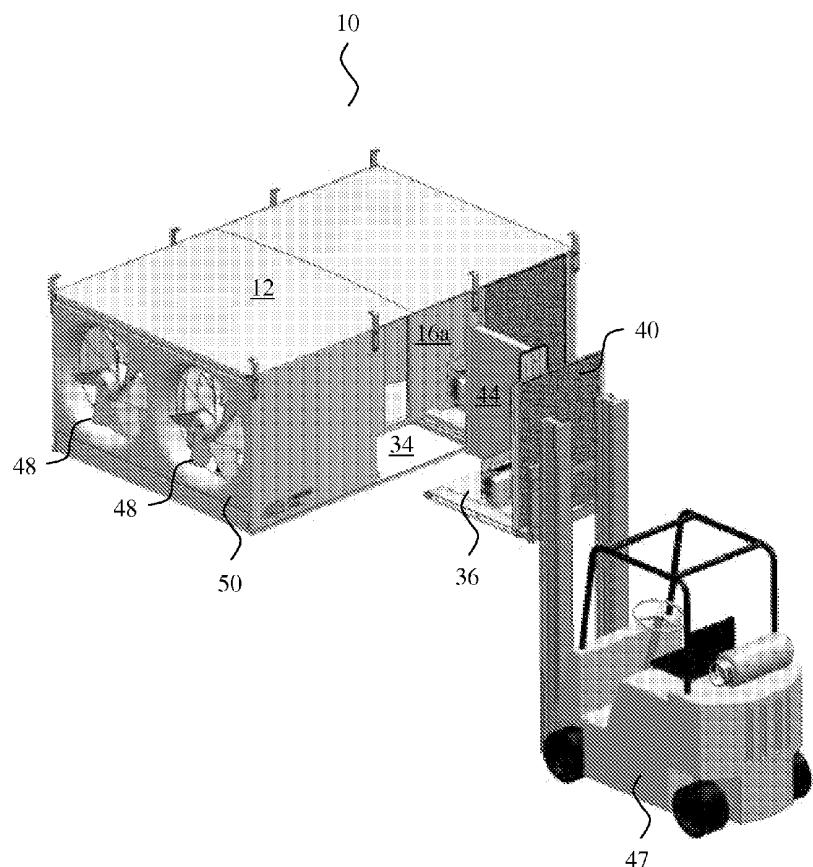


Fig. 4

10

}

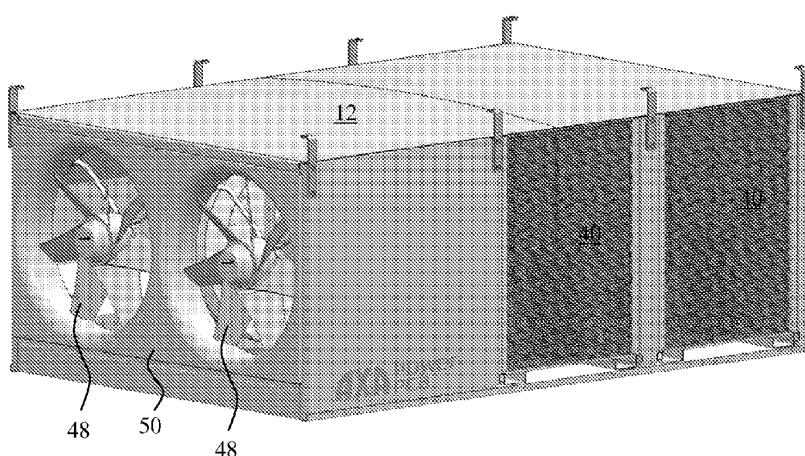


Fig. 5

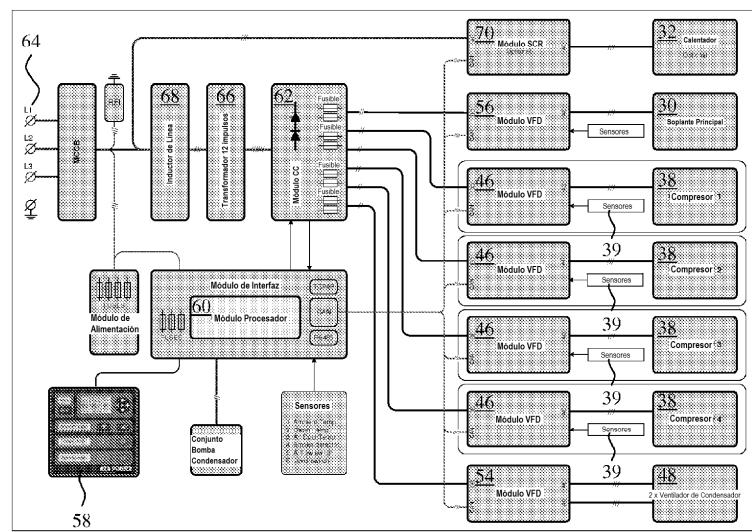
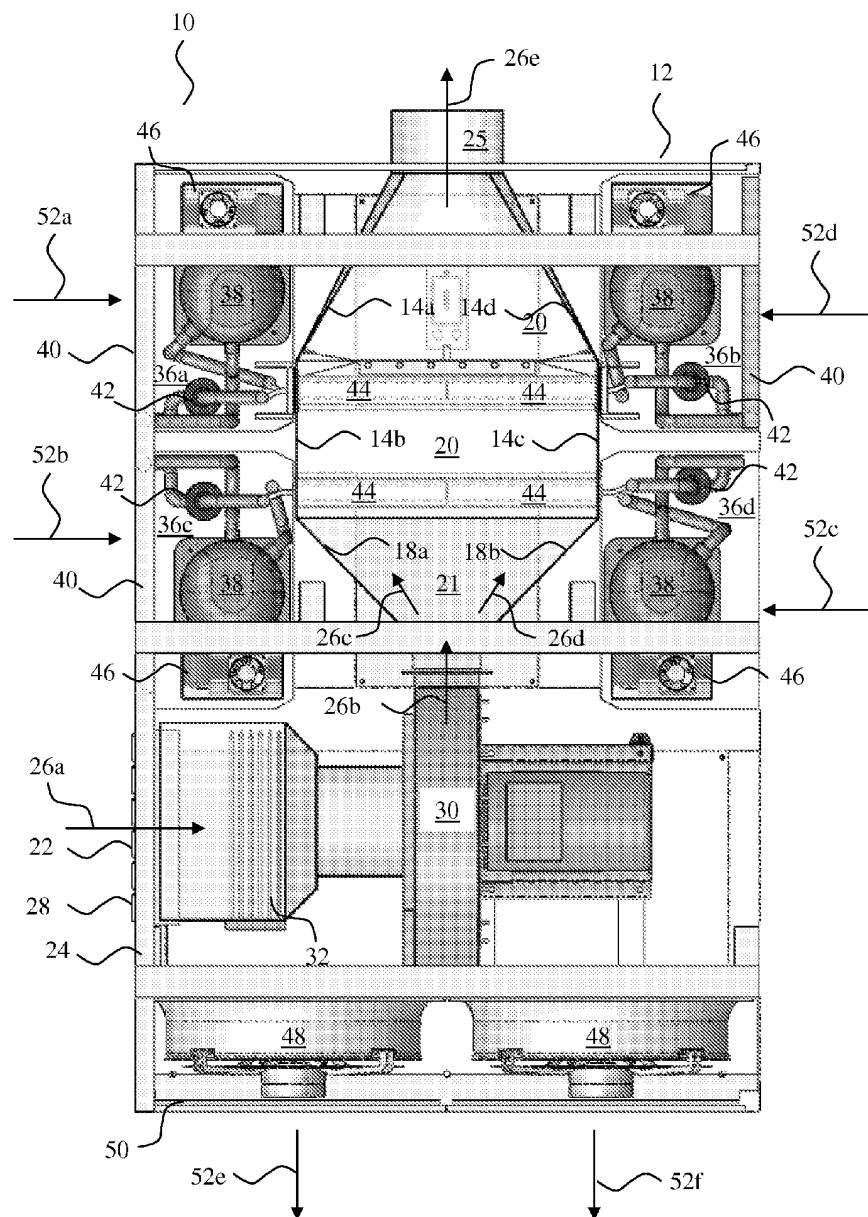


Fig. 6



Fig. 7

**Fig. 8**

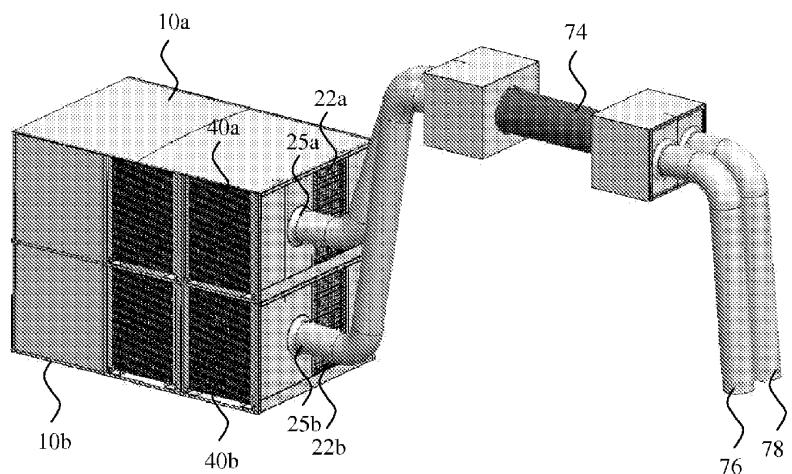


Fig. 9