



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 663 706**

⑮ Int. Cl.:

B64D 13/06 (2006.01)
B64F 1/36 (2007.01)
G05D 23/19 (2006.01)
H02J 3/14 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑯ Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.03.2010 PCT/IB2010/051189**

⑯ Fecha y número de publicación internacional: **23.09.2010 WO10106520**

⑯ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2010 E 10712788 (8)**

⑯ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.01.2018 EP 2408669**

⑮ Título: **Unidad de aire pre-acondicionado con accionamiento de frecuencia variable**

⑯ Prioridad:

20.03.2009 DK 200900392

⑯ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

16.04.2018

⑯ Titular/es:

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

⑯ Inventor/es:

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

⑯ Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 663 706 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

Unidad de aire pre-acondicionado con accionamiento de frecuencia variable.

La presente invención 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 potencia 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 coste en términos de consumo de combustible de avión, 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 de avión conduce a una emisión de 2,5 kg de CO₂ a la atmósfera y así, la APU emite aproximadamente 400 kg de CO₂ por cada hora de funcionamiento.

Con el fin de evitar el funcionamiento de 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 de alimentación disponible en el aeropuerto en cuestión.

- 15 El coste, la eficiencia, la flexibilidad y la capacidad de servicio siguen siendo las claves en las unidades de aire pre-acondicionado conocidas.

El documento US 4272967 se refiere a un sistema de acondicionamiento de aire autónomo, autopropulsado para suministrar aire al avión en tierra de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. El sistema incluye un camión adecuado, un motor diesel separado del motor del camión y un generador eléctrico conectado mecánicamente al motor diesel. Un sistema de ventilación está conectado eléctricamente al generador.

20 Una nueva unidad de aire pre-acondicionado está prevista para suministrar aire pre-acondicionado a un avión estacionado en tierra. La nueva unidad de aire pre-acondicionado 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 baja temperatura, típicamente una temperatura del orden de -5 °C a +5 °C, y una salida de aire para conexión al avión estacionado, por ejemplo con una o más mangueras, para suministrar el aire acondicionado al avión estacionado. Para impedir pérdidas de enfriamiento, las paredes exteriores del conducto del flujo pueden estar provistas con una capa de material aislante del calor.

25 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 preferiblemente montada con amortiguadores de vibración y unida con conexiones flexibles al conductor de flujo.

30 La nueva unidad de aire pre-acondicionado comprende además una pluralidad de sistemas de refrigeración, cada uno de los cuales comprende 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.

35 La nueva unidad de aire pre-acondicionado comprende además una pluralidad de sistemas de refrigeración, cada uno de los cuales comprende 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.

40 Al menos un compresor de la pluralidad de sistemas de refrigeración es alimentado desde un accionador de frecuencia variable. En una unidad de aire pre-acondicionado convencional, el compresor es alimentado desde la red de alimentación, es decir con una tensión de corriente alterna de 50 Hz en Europa y 60 Hz en los Estados Unidos de Norteamérica. Así, la máxima capacidad del compresor es determinada por la frecuencia de la red de alimentación. Ventajosamente, la tensión y frecuencia de salida del accionador de frecuencia variable en la nueva unidad de aire pre-acondicionado son variadas para controlar al menos un compresor de acuerdo con los requisitos de enfriamiento actuales. Preferiblemente, el accionador de frecuencia variable mantiene la relación entre la tensión de salida y la frecuencia sustancialmente constante para mantener un par de motor elevado a lo largo de todo el intervalo de frecuencias de salida. De este modo, cada uno de al menos uno de los sistemas de refrigeración puede funcionar continuamente, es decir la tensión y frecuencia de salida del accionador de frecuencia variable pueden ser ajustadas a niveles requeridos por al menos un compresor a fin de enfriar el flujo de aire que interactúa con al menos un evaporador respectivo de acuerdo con un ajuste de control. Esto aumenta el tiempo de vida y disminuye el consumo de potencia de al menos un sistema de refrigeración en comparación con el control de encendido/apagado convencional.

45 Además, la máxima capacidad de un compresor accionado por un accionador de frecuencia variable puede ser incrementada en comparación con el mismo compresor alimentado directamente desde la red de alimentación. 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 de alimentación en Europa.

50 Preferiblemente, el controlador del accionador de frecuencia variable (en lo que sigue denominado "controlador de VFD") es capaz de controlar el accionador de frecuencia variable para emitir una frecuencia de salida variable, por ejemplo que

oscila desde 0 Hz a la máxima nominal del compresor por lo que uno o más compresores alimentados desde el accionador de frecuencia variable pueden ser controlados para la provisión de una capacidad de enfriamiento variable, por ejemplo en respuesta a la temperatura y caudal del flujo de aire en el conducto de flujo.

- 5 Una pluralidad de accionadores de frecuencia variable previstos para alimentación eléctrica de compresores respectivos, por ejemplo cada uno de los compresores puede ser alimentado desde un accionador de frecuencia variable separado que individualmente controla y ajusta la capacidad de enfriamiento del compresor respectivo.
- 10 Cada accionador de frecuencia variable puede estar situado en cualquier posición adecuada en el alojamiento conectado adecuadamente para la alimentación eléctrica de uno o más compresores requeridos.
- 15 La unidad de aire pre-acondicionado puede además comprender al menos un ventilador de condensador para generación de un flujo de aire de condensador que interactúa con al menos un condensador de al menos un sistema de refrigeración aumentando por ello la capacidad de eliminación de calor de al menos un condensador.
- 20 Cada uno de al menos un ventilador de condensador puede estar situado en cualquier posición adecuada en el alojamiento para la provisión de un flujo de aire del condensador dentro del alojamiento. Cada uno de al menos un ventilador de condensador puede estar situado junto a una salida de aire en el alojamiento para 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 de aire 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 situados dentro del alojamiento antes de interactuar con al menos un condensador.
- 25 Al menos uno de al menos un ventilador de condensador puede ser alimentado desde un accionador de frecuencia variable. En una unidad de aire pre-acondicionado, el ventilador del condensador es alimentado desde la red de alimentación, es decir con una tensión de corriente alterna 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 de alimentación. Ventajosamente, el controlador de VFD es capaz de variar la tensión y frecuencia de salida del accionador de frecuencia variable para controlar al menos un ventilador de condensador de acuerdo con los requisitos operativos actuales, tales como 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 intervalo de frecuencias de salida. La frecuencia de salida puede oscilar desde 0 Hz a la frecuencia nominal máxima de al menos un ventilador de condensador. Puede haber prevista una pluralidad de accionadores de frecuencia variable para alimentar eléctricamente a ventiladores de condensador respectivos, por ejemplo cada uno de los ventiladores de condensador puede ser alimentado desde un accionador de frecuencia variable separado que puede controlar individualmente y ajustar posiblemente la capacidad de enfriamiento del ventilador del condensador respectivo por control del caudal de aire del condensador generado por el ventilador del condensador.
- 30 35 Cada accionador de frecuencia variable puede estar situado en cualquier posición adecuada en el alojamiento conectado de forma apropiada para alimentación eléctrica de uno o más ventiladores de condensador requeridos.
- 40 La unidad de aire pre-acondicionado puede comprender además un accionador de frecuencia variable conectado para alimentar eléctricamente a la soplante. Ventajosamente, el controlador de VFD es capaz de variar la tensión y frecuencia de salida del accionador de frecuencia variable para controlar la soplante de acuerdo con los requisitos operativos actuales, principalmente la cantidad de aire que se deja que sea recibida en el tipo de avión conectado actualmente 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 intervalo de frecuencias de salida. La frecuencia de salida puede oscilar desde 0 Hz a la frecuencia nominal máxima de la soplante.
- 45 50 55 La nueva unidad de aire pre-acondicionado puede comprender una unidad principal y uno o más módulos de enfriamiento autónomos montados en la unidad principal. La unidad principal incluye el alojamiento que tiene una pluralidad de compartimientos para recibir y contener los módulos de enfriamiento autónomos. Cada uno de los módulos de enfriamiento autónomos comprende al menos uno de al menos uno de los sistemas de refrigeración.
- Cada uno de al menos un sistema de refrigeración funciona de acuerdo con los principios del refrigerador bien conocidos y con un refrigerante bien conocido, tal como R134a con potencial de calentamiento global bajo.
- Al menos un evaporador de al menos un sistema de refrigeración está montado en el alojamiento de la unidad de aire pre-acondicionado para interacción con el flujo de aire en el conducto de flujo para enfriar el flujo de aire. Por ejemplo, una superficie de enfriamiento de al menos un evaporador puede 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.
- Uno o más controladores de VFD de al menos un sistema de refrigeración puede realizar además una recogida de datos

de valores de parámetros detectados por sensores de al menos un sistema de refrigeración, por ejemplo sensores de temperatura que detectan temperaturas en la corriente ascendente y en la corriente descendente del flujo de aire de al menos un evaporador y de al menos un condensador, detectando los sensores de presión la presión del refrigerante en al menos un sistema de refrigeración, etc.

5 La unidad de aire pre-acondicionado tiene un controlador central que está configurado para controlar el funcionamiento de la unidad de aire pre-acondicionado. El controlador central puede estar conectado a una interfaz de usuario para recepción de órdenes del 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: Un panel de interfaz de usuario con teclas de entrada y un dispositivo de presentación, un control remoto, una interfaz de ordenador, una interfaz de red, un altavoz, etc. Por 10 ejemplo, una de las entradas de usuario principal especifica el tipo de avión que ha de ser suministrado 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 del edificio del aeropuerto, etc.

15 El controlador central está además conectado con todos los controladores de VFD de la unidad de aire pre-acondicionado para el control individual de los controladores de VFD. Por ejemplo, el controlador central puede emitir un ajuste de temperatura individual a los controladores de VFD de cada uno de los sistemas de refrigeración, y, en respuesta al ajuste de temperatura individual, cada uno de los controladores de VFD controla la capacidad de enfriamiento de al menos un compresor respectivo para ajustar la temperatura del flujo de aire que ha interactuado con al menos un evaporador correspondiente según se requiera.

20 Además, cada uno de los sistemas de refrigeración puede estar configurado para detección de fallo de manera que, en caso de que uno de los sistemas de refrigeración falle, el sistema de refrigeración que falla pueda transmitir una señal de fallo al controlador central y pueda ser apagado si se requiere. En respuesta a la señal de fallo, el controlador central puede operar para ajustar automáticamente la cantidad requerida de enfriamiento entre los sistemas de refrigeración restantes que funcionan adecuadamente de la unidad de aire pre-acondicionado.

25 El controlador central puede estar interconectado con alguno o con la totalidad de los controladores de VFD y posiblemente otros dispositivos controlados, tales como un módulo de SCR que controla un calentador en el conducto del flujo, con un bus de datos y control, tal como el bus CAN.

30 La unidad de aire pre-acondicionado puede además tener un rectificador conectado a entrada de la red de alimentación de la unidad de aire pre-acondicionado para generación de una alimentación de tensión de corriente continua para alimentar los accionadores de frecuencia variable.

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

35 La unidad de aire pre-acondicionado puede compartir una salida de la red de alimentación con otro equipo en el avión estacionado, tal como una unidad eléctrica de tierra, una bobina de cable, cargadores de vehículos, etc. Para reducir el requisito de potencia de pico de la salida de la red de alimentación compartida, la unidad de aire pre-acondicionado puede comprender una entrada de control que comparte alimentación para el control del consumo de potencia de la unidad de aire pre-acondicionado. La entrada de control que comparte alimentación puede ser por ejemplo operada para reducir el consumo de potencia de la unidad de aire pre-acondicionado durante el funcionamiento con carga elevada de la unidad eléctrica de tierra, por ejemplo reduciendo la capacidad de enfriamiento proporcionada por la unidad de aire pre-acondicionado cuando la unidad eléctrica de tierra extrae una corriente de alimentación elevada. La unidad eléctrica de tierra sólo funciona típicamente a máxima carga durante un corto período de tiempo antes del remolcado hacia atrás desde la puerta hasta que es desconectada del avión en cuyo instante el sistema de acondicionamiento de aire propio del avión la reemplaza. Antes de ello, la cabina de pasajeros del avión ha sido ya enfriada durante algún tiempo y así, de nuevo, disminuir la capacidad de enfriamiento durante un corto período de tiempo antes del remolcado hacia atrás no disminuye seriamente el rendimiento total de la unidad de aire pre-acondicionado. En general, disminuir la capacidad de enfriamiento durante cortos períodos de tiempo no disminuye seriamente el rendimiento total de la unidad de aire pre-acondicionado.

50 La unidad de aire pre-acondicionado puede estar montada por debajo o por encima 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 una mayor flexibilidad en la ubicación de la unidad de aire pre-acondicionado en un área de estacionamiento o en un hangar.

55 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 donde las salidas de cada una de las unidades de aire pre-acondicionado alimentan 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 modo que las dos unidades de aire pre-

acondicionado entreguen sustancialmente las mismas cantidades de aire pre-acondicionado esencialmente a la misma temperatura al avión estacionado. Otros principios de control pueden también ser aplicados. Por ejemplo, el bus CAN de las unidades de aire pre-acondicionado cooperantes puede ser interconectado para flexibilidad de poder compartir el control entre unidades cooperantes.

- 5 Las anteriores y otras características y ventajas de la presente invención resultarán más evidentes para los expertos en la técnica describiendo en detalle realizaciones ejemplares de la misma con referencia a los dibujos adjuntos en los que:
- La fig. 1 muestra una unidad de aire pre-acondicionado desde arriba con la parte superior retirada.
- La fig. 2 muestra una unidad de aire pre-acondicionado en perspectiva con dos módulos de enfriamiento autónomos extraídos de sus respectivos compartimientos.
- 10 La fig. 3 muestra un módulo de enfriamiento autónomo en perspectiva.
- La fig. 4 ilustra la manipulación de un módulo de enfriamiento autónomo, una carretilla elevadora.
- La fig. 5 muestra una unidad de aire pre-acondicionado en perspectiva lista para su 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.
- 15 La fig. 7 muestra el panel de interfaz del usuario de la unidad de aire pre-acondicionado.
- La fig. 8 muestra otra unidad de aire pre-acondicionado desde arriba con la parte superior retirada, y
- La fig. 9 muestra dos unidades de aire pre-acondicionado acopladas en paralelo en una configuración maestra-esclava.
- 20 La presente invención será descrita más completamente a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se han mostrado realizaciones ejemplares de la invención. La invención puede, sin embargo, ser realizada en diferentes formas y no debería ser considerada limitada a las realizaciones indicadas en este documento. En su lugar, estas realizaciones son proporcionadas de modo que esta exposición sea comprensible y exhaustiva, y que traslade completamente el alcance de la invención a los expertos en la técnica.
- 25 La fig. 1 muestra una vista superior de una realización ejemplificada de la nueva unidad 10 de aire pre-acondicionado para suministrar aire pre-acondicionado a un avión estacionado en tierra. La unidad 10 de aire pre-acondicionado tiene una unidad principal con un alojamiento 12 con paredes 14a, 14b, 14c, 14d, 16a, 16b, 18 además de paredes superior e inferior (no mostradas) que definen un conducto 20 de flujo. El aire ambiente entra en el conducto 20 de flujo a través de una entrada 22 de aire en la pared lateral 24 del alojamiento 12. El conducto 20 de flujo está plegado dentro del alojamiento 12 de modo que las paredes 16a, 16b separan el conducto de flujo en dos partes circulando el aire en sentidos opuestos durante el funcionamiento de la unidad 10 de aire pre-acondicionado. La pared lateral tiene también una salida 25 de aire 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 está ilustrada por las flechas 26a, 26b, 26c, 26d, 26e. El aire es aspirado a través de un filtro 28 fácilmente reemplazable que está montado a través de la entrada 22 de aire. Para impedir pérdidas de enfriamiento, las paredes exteriores 14a, 14b, 14c, 14d, y la pared superior del conducto de flujo están provistas con una capa de material aislante del calor de 50 mm de grosor. En la parte inferior del conducto de flujo, hay previsto aislamiento de calor por debajo de una placa (no mostrada) para la recogida del condensado.
- 30 Una soplante 30 está conectada con el conducto 20 de flujo para generación del flujo de aire requerido procedente de la entrada 22 de aire hacia la salida 25 de aire. En la unidad 10 de aire pre-acondicionado ilustrada, la soplante 30 es un ventilador centrífugo muy eficiente. La soplante 30 está montada con amortiguadores de vibración y unida con conexiones flexibles al conducto 20 de flujo. El conducto 20 de flujo está dimensionado para una velocidad baja de aire con el fin de impedir un excedente de humedad libre.
- 35 40 Un calentador opcional 32 está montado en el conducto 20 de flujo permitiendo que la unidad 10 de aire pre-acondicionado caliente el aire ambiente en caso de bajas temperaturas del aire ambiente.
- 45 Como se ha mostrado más claramente en la fig. 2, la unidad 10 de aire pre-acondicionado ilustrada tiene cuatro compartimientos similares 34 para recibir y contener cuatro módulos 36 de enfriamiento autónomos idénticos, respectivos.
- 50 Como se ha mostrado en la fig. 3, cada uno de los módulos 36 de enfriamiento autónomo 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 de refrigerante que contiene un refrigerante seleccionado de acuerdo con la temperatura ambiente más elevada esperada del aeropuerto en cuestión, por ejemplo R134a seleccionado para funcionamiento a temperaturas ambientas más elevadas de alrededor de 40 °C. El circuito de flujo de refrigerante forma un bucle cerrado y sellado. Cada uno de los módulos 36 de enfriamiento autónomos funciona de acuerdo con los

principios del refrigerador bien conocidos.

Cada uno de los módulos 36 de enfriamiento autónomo puede ser instalado en el alojamiento 12 de la unidad principal sin interferir con el sistema de refrigeración del módulo 36 de modo que el posible montaje y desmontaje de los módulos 36 de enfriamiento autónomos en el alojamiento 12 de la unidad de aire pre-acondicionado pueden ser realizados por 5 personas sin experiencia específica en el campo de los sistemas de refrigeración. Los módulos 36 de enfriamiento autónomos pueden ser fabricados en un lugar particularmente adecuado para la fabricación de sistema de refrigeración para la integración posterior con alojamientos 12 de la unidad principal en un lugar separado particularmente adecuado para la fabricación de equipo terrestre de aeropuertos aumentando en general por ello la flexibilidad de fabricación y disminuyendo el coste de fabricación de la unidad 10 de aire pre-acondicionado. Además, el módulo 36 de enfriamiento autónomo puede ser almacenado como una pieza de repuesto incluyendo el refrigerante, por lo que se posibilita la 10 reparación de una unidad de aire pre-acondicionado sin tener que realizar la engorrosa tarea de vaciar la unidad de aire pre-acondicionado para refrigerante.

La alimentación de corriente, los circuitos de control, y la interfaz del usuario de la unidad 10 de aire pre-acondicionado permite que la unidad 10 de aire pre-acondicionado funcione con cualquier número de módulos 36 de enfriamiento autónomos instalados, es decir la unidad 10 de aire pre-acondicionado ilustrada puede funcionar con un solo módulo 36 de enfriamiento autónomo instalado en un compartimiento 34 seleccionado arbitrariamente; o, con dos módulos 36 de enfriamiento autónomos instalados en compartimientos 34 respectivos seleccionados arbitrariamente; o, con tres módulos 36 de enfriamiento autónomos instalados en compartimientos 34 respectivos seleccionados arbitrariamente; o, con cuatro módulos 36 de enfriamiento autónomos instalados en compartimientos 34 respectivos. De este modo, es 15 proporcionada una línea de producto de unidades 10 de aire pre-acondicionado haciendo disponibles cuatro unidades 10 de aire pre-acondicionado diferentes con capacidades de enfriamiento diferentes basándose en los mismos componentes. Esto reduce el coste de fabricación reduciendo el coste de compra por componente, y el coste de almacenamiento y manipulación tanto por componente como por unidad 10 de aire pre-acondicionado acabada. Además, una unidad 10 de aire pre-acondicionado ya en uso en un aeropuerto con menos de cuatro módulos 36 de enfriamiento 20 autónomos instalados puede ser actualizada in situ instalando uno o más módulos 36 de enfriamiento autónomos en compartimientos 34 vacíos.

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

La fig. 2 muestra en perspectiva la unidad de aire pre-acondicionado de la fig. 1 con dos módulos 36 de enfriamiento autónomos 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 36 de enfriamiento autónomos insertados e instalados en el alojamiento 12 de la unidad principal 10.

La posibilidad de retirada de los módulos 36 mejora la capacidad de servicio de la unidad 10 de aire pre-acondicionado ya que un posible módulo de enfriamiento autónomo que funciona mal puede ser separado del alojamiento 12 de la unidad principal 10 y reemplazado por un módulo 36 que funciona con un mínimo tiempo de pausa de la unidad 10 de aire acondicionado. Un módulo 36 de enfriamiento puede ser reemplazado aproximadamente en 20 minutos. En caso de que no haya disponible un módulo 36 de enfriamiento que funcione para la sustitución del módulo 36 de enfriamiento que funciona mal, la unidad 10 de aire pre-acondicionado continuará su funcionamiento con los módulos 36 de enfriamiento restantes, es decir la unidad 10 de aire pre-acondicionado permanece totalmente operativa, sin embargo con una 40 capacidad de enfriamiento reducida. Además, el módulo 36 que funciona mal puede ser trasladado para su reparación a una zona separada particularmente adecuada para reparación de sistemas de refrigeración. También el posible requisito de desmontaje y traslado de toda la unidad de aire pre-acondicionado para reparación de un circuito de enfriamiento es 45 reducida por esta razón.

Preferiblemente, el módulo 36 de enfriamiento autónomo tiene dimensiones físicas adecuadas para el movimiento mediante una carretilla elevadora 47 como se ha ilustrado en la fig. 4 facilitando el transporte del módulo 36, por ejemplo para almacenamiento, montaje en una unidad 10 de aire pre-acondicionado, y servicio. Por ejemplo, un módulo 36 que funciona mal puede ser retirado del alojamiento 12 con una carretilla elevadora 47 y un módulo 36 que funciona apropiadamente puede ser instalado en el alojamiento 12 con una carretilla elevadora 47.

En la unidad 10 de aire pre-acondicionado ilustrada, el evaporador 44 de cada módulo 36 de enfriamiento autónomo está 50 posicionado dentro del conducto 20 de flujo a través de una ranura de la pared 14a, 14b, 14c, 14d cuando es 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 tienen un gran número de canales para 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 fluye 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 selladas

cuando los módulos 36 de enfriamiento autónomos respectivos son montados en sus posiciones operativas en los compartimientos 34. En ausencia de un módulo 36 de enfriamiento autónomo, la ranura es sellada con una placa de cubierta.

5 El enfriamiento de múltiples pasos como es proporcionado por una pluralidad de módulos 36 de enfriamiento autónomos condensa eficientemente la humedad del aire y protege al último evaporador 44 aguas abajo de la congelación. Una cesta de condensado (no mostrada) de acero inoxidable y la bomba de condensado (no mostrada) integrada aseguran que la humedad de condensación es retirada de una manera controlada.

El aire de enfriamiento deja la unidad de aire pre-acondicionado ilustrada a través de una o dos mangueras de 14".

10 Cada uno de los compresores 38 de los módulos 36 de enfriamiento autónomos es alimentado desde un accionador 46 de frecuencia variable también situado en el módulo 36 de enfriamiento autónomo respectivo. En una unidad de aire pre-acondicionado convencional, el compresor es alimentado desde la red de alimentación, es decir con una tensión de corriente alterna 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 de alimentación. Esta limitación no existe en la nueva unidad 10 de aire pre-acondicionado. Ventajosamente, el controlador de VFD del accionador de frecuencia variable es capaz de variar la tensión y frecuencia de salidas del accionador 46 de frecuencia variable con el fin de controlar el compresor 38 de acuerdo con el requisito actual de enfriamiento. En la unidad de aire pre-acondicionado ilustrada, el accionador 46 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 intervalo de frecuencias de salida.

20 La tensión y frecuencia de salida suministradas por el accionador 46 de frecuencia variable es controlada por el controlador de VFD de una manera bien conocida en la técnica de los accionadores de frecuencia variable. Preferiblemente, el controlador de VFD es capaz de controlar el accionador 46 de frecuencia variable para emitir una frecuencia de salida variable, por ejemplo que oscila desde 0 Hz a la frecuencia nominal máxima del compresor 38 por lo que cada uno de los compresores 38 alimentados desde un accionador 46 de frecuencia variable respectivo es controlado para provisión de una capacidad de enfriamiento variable.

25 Cada uno de los módulos de enfriamiento autónomos tiene sensores de temperatura (39 en la figura 6) en conexión eléctrica con el controlador de VFD del módulo 36 y montados para detectar temperaturas en la corriente ascendente y en la corriente descendente del flujo de aire del evaporador 44 y transmitir los valores de temperatura detectados al controlador de VFD, y el controlador de VFD controla la capacidad de enfriamiento del compresor 38 en respuesta a las temperaturas detectadas.

30 Cada uno de los módulos 36 de enfriamiento autónomos funciona de manera continua, es decir la tensión y frecuencia de salida del accionador 46 de frecuencia variable son ajustadas a niveles requeridos por el compresor 38 con el fin de enfriar con ello el flujo de aire que ha interactuado con el evaporador 44 sustancialmente al ajuste de temperatura. Esto aumenta el tiempo de vida y disminuye el consumo de potencia de los módulos 36 de refrigeración en comparación al control de encendido/apagado de los compresores 38.

35 La unidad 10 de aire pre-acondicionado comprende además dos ventiladores 48 de condensador montados a través de aberturas en la pared lateral 50 para generación de un flujo de aire del condensador que hace que el aire ambiente entre en el alojamiento 12 a través de aberturas en los módulos 36 de enfriamiento autónomos cubiertos por los condensadores 40 como se ha indicado por las flechas 52a- 52f para extracción del calor de las superficies de intercambio de calor de los condensadores 40.

40 Los ventiladores 48 del condensador son alimentados desde un accionador 54 de frecuencia variable. Ventajosamente, el controlador de VFD del accionador 54 de frecuencia variable es capaz de variar la tensión y frecuencia de salida del accionador 54 de frecuencia variable para controlar los ventiladores 48 del condensador de acuerdo con los requisitos operativos actuales, tales como presión actual dentro del condensador o condensadores, eficiencia, etc. Preferiblemente, el accionador 54 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 intervalo de frecuencias de salida. La frecuencia de salida puede oscilar desde 0 Hz a la máxima frecuencia nominal de los ventiladores del condensador.

45 La unidad 10 de aire pre-acondicionado comprende además un accionador 56 de frecuencia variable conectado para alimentación de corriente eléctrica de la soplante 30. Ventajosamente, el controlador de VFD del accionador 56 de frecuencia variable es capaz de variar la tensión de salida y la frecuencia del accionador 56 de frecuencia variable para controlar la soplante de acuerdo con los requisitos operativos actuales, principalmente la cantidad de aire que se permite sea recibida en el tipo de avión actualmente conectado a la unidad de aire pre-acondicionado. Preferiblemente, el accionador 56 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 intervalo de frecuencias de salida. Preferiblemente, el controlador del accionador 56 de frecuencia variable es capaz de controlar el accionador 56 de frecuencia variable para que emita una frecuencia de

50 salida variable, por ejemplo oscilando desde 0 Hz a la máxima frecuencia nominal de la soplante por lo que la soplante 30 alimentada desde el accionador 56 de frecuencia variable puede ser controlada para provisión de caudal variable del flujo de aire en el conducto 20 de flujo, por ejemplo en respuesta a una orden de control del usuario, por ejemplo el tipo

de avión.

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

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

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

La unidad 10 de aire pre-acondicionado ilustrada tiene un rectificador 62 de 12 impulsos conectado a una entrada 64 de la red de alimentación de la unidad 10 de aire pre-acondicionado para generación de una alimentación de tensión de corriente continua. Utilizar accionadores de frecuencia variable puede generar distorsión armónica de la entrada de la red. Para minimizar la distorsión de la entrada de la red, las tres fases de la red son transformadas en seis fases que son rectificadas en el rectificador 62 del puente completo de 12 impulsos no regulado. La combinación de un rectificador 62 de 12 impulsos, del transformador 66 relacionado y del filtro 68 de entrada reduce la realimentación de armónicos a la red a un mínimo. Además, el rectificador 62 de 12 impulsos incluye circuitos de arranque suaves que limitan la sobrecarga de corriente. Aún más, 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 que 0,8; por ejemplo 0,96, que a su vez da como resultado una corriente de red de entrada reducida.

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

La tensión de alimentación de corriente continua filtrada es además encaminada al accionador 56 de frecuencia variable para alimentar corriente a la soplante 30 y al accionador 54 de frecuencia variable para alimentación eléctrica de los dos ventiladores 48 del 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 46, 54, 56 de frecuencia variable comprende un microcontrolador para realizar el control individual de dispositivos conectados a la accionador de frecuencia variable en cuestión. Además el controlador de VFD de cada uno de los módulos 36 de enfriamiento autónomos vigila el sistema de refrigeración respectivo y disminuye la capacidad de enfriamiento o detiene el enfriamiento si la presión del refrigerante es demasiado baja o demasiado alta.

El controlador central 60 ajusta automáticamente el enfriamiento realizado por la unidad 10 de aire pre-acondicionado al tipo seleccionado de avión, a la temperatura ambiente, a la humedad, a la temperatura de la cabina, al flujo de aire que sale desde la unidad 10 de aire pre-acondicionado, etc.

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

La unidad 10 de aire pre-acondicionado puede compartir una salida de corriente de la red con otro equipo en el avión estacionado, tal como una unidad eléctrica de tierra, una bobina de cable, cargadores de la batería de los vehículos, etc. A fin de reducir el requisito de potencia de pico de la salida de la red de alimentación compartida, la unidad 10 de aire pre-acondicionado comprende una entrada de control que comparte alimentación (no mostrada) para el control del consumo de potencia de la unidad 10 de aire pre-acondicionado. La entrada de control que comparte alimentación puede ser por ejemplo accionada para reducir el consumo de potencia de la unidad 10 de aire pre-acondicionado durante la operación de carga elevada de la unidad eléctrica de tierra, por ejemplo reduciendo la capacidad de enfriamiento proporcionada por la unidad 10 de aire pre-acondicionado durante el funcionamiento de la unidad eléctrica de tierra a carga elevada. La unidad eléctrica de tierra funciona solo típicamente a carga máxima durante un corto período de tiempo antes del remolcado desde la puerta hasta que es desconectada del avión en cuyo instante la reemplaza el sistema de acondicionamiento de aire propio del avión. Antes de ello entonces, la cabina de pasajeros del avión ha sido ya enfriada durante algún tiempo y así, reducir la capacidad de enfriamiento durante un corto período de tiempo antes del

remolcado no disminuye seriamente el rendimiento total de la unidad 10 de aire pre-acondicionado. En general, reducir la capacidad de enfriamiento durante cortos períodos de tiempo no disminuye seriamente el rendimiento total de la unidad 10 de aire pre-acondicionado.

- 5 La fig. 7 muestra el panel 58 de interfaz del usuario de la unidad 10 de aire pre-acondicionado. El panel 58 de interfaz del usuario incluye un dispositivo de presentación de LCD 72 visible en todas las condiciones climatológicas y que presenta todos los datos operativos relevantes. El dispositivo de presentación proporciona información a diferentes niveles: En un modo por defecto, el dispositivo de presentación muestra el estado de la unidad 10 de aire pre-acondicionado, tal como el tipo avión, la temperatura de la cabina, etc. En un modo de alarma, el dispositivo de presentación muestra del tipo de alarma y el historial de la alarma. En un modo de configuración, el dispositivo de presentación muestra distintos parámetros que pueden ser ajustados.

10 La unidad de aire pre-acondicionado incluye puertos de entrada/salida digitales, tales como el puerto RS485 aislado galvánico, el puerto Ethernet TCP/IP, etc. para el control remoto de la unidad 10 de aire pre-acondicionado y vigilancia incluyendo el volcado de datos para tareas de servicio.

- 15 La unidad 10 de aire pre-acondicionado puede ser montada por debajo o en la parte superior de un puente de accionamiento de área de estacionamiento y ser movida libremente con el accionamiento del puente. Alternativamente, la unidad 10 de aire pre-acondicionado puede ser provista con patas de pedestal para flexibilidad en la ubicación de la unidad de aire pre-acondicionado para aplicaciones de puente fijo y de hangar.

- 20 Otras unidades de aire pre-acondicionado pueden ser proporcionadas dentro del marco de las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, pueden ser proporcionadas otras unidades de aire pre-acondicionado que no sean modulares. También, pueden ser proporcionadas unidades de aire pre-acondicionado con diferentes números de sistema de refrigeración, tales como 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, etc. sistema de refrigeración.

25 En el ejemplo ilustrado en las figs. 1, 2, 4, 5 y 6, los sistemas de refrigeración funcionan en serie. Pueden ser proporcionadas otras unidades de aire pre-acondicionado con sistemas de refrigeración que funcionan en paralelo; o con sistemas de refrigeración que funcionan tanto en paralelo como en serie.

- 30 Por ejemplo, la fig. 8 muestra una vista superior de una nueva unidad 10 de aire pre-acondicionado con dos conjuntos de módulos 36a, 36b, y 36c, 36d de enfriamiento autónomos. Dentro de cada conjunto, los módulos de enfriamiento autónomos funcionan en paralelo, y los dos conjuntos de módulos de enfriamiento autónomos funcionan en serie para suministrar aire pre-acondicionado a un avión estacionado en tierra.

- 35 La unidad 10 de aire pre-acondicionado mostrada en la fig. 8 tiene una unidad principal con un alojamiento 12 con paredes 14a, 14b, 14c, 14d, 18a, 18b además de las paredes superior e inferior (no mostradas) que definen un conducto 20 de flujo. El aire ambiente entra a través de una entrada 22 de aire en una pared lateral 24 del alojamiento 12. El aire es aspirado a través de un filtro 28 fácilmente reemplazable que está montado a través de la entrada 22 de aire. Un calentador opcional 32 está montado en la entrada 22 de aire permitiendo que la unidad 10 de aire pre-acondicionado caliente el aire ambiente en caso de bajas temperaturas del aire ambiente.

- 40 Una soplante 30 está conectada con el conducto 20 de flujo para generación del flujo de aire requerido desde la entrada 22 de aire hacia la salida 25 de aire. En la unidad 10 de aire pre-acondicionado ilustrada, la soplante 30 es un ventilador centrífugo muy eficiente. La soplante 30 está montada con amortiguadores de vibración y unida con conexiones flexibles al conductor 20 de flujo. El conducto 20 de flujo está dimensionado para una velocidad baja de aire con el fin de impedir el excedente de humedad libre.

- 45 El conducto 20 de flujo tiene un múltiple 21 para expandir el flujo de aire para 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 enfriamiento, las paredes exteriores 14a, 14b, 14c, 14d, 18a, 18b incluyendo la pared superior del conducto del flujo están provistas con una capa de material aislante del calor de 50 mm de grosor. En la parte inferior del conducto de flujo, el aislamiento del calor está previsto por debajo de una placa (no mostrada) para recoger el condensado.

- 50 La unidad 10 de aire pre-acondicionado ilustrada tiene cuatro compartimentos similares 34 para recibir y contener cuatro módulos 36 de enfriamiento autónomos respectivos. Debería observarse que los módulos de enfriamiento autónomos paralelos a la izquierda y a la derecha en la fig. 8 tienen diferentes implantaciones con componentes correspondientes posicionados de manera diferente respectivamente entre sí con el fin de obtener la configuración resultante ilustrada en la fig. 8.

- 55 Las geometrías del 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.

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

- La fig. 9 muestra dos de las nuevas unidades 10a, 10b de aire pre-acondicionado acopladas en paralelo en una configuración maestra-esclava. La salida de aire 25a, 25b de cada una de las unidades 10a, 10b de aire pre-acondicionado están conectadas con una manguera común 74. Próxima al avión estacionado, la manguera común 74 es dividida en dos mangueras 76, 78 para suministrar entradas individuales correspondientes del avión para el aire pre-acondicionado. La maestra 10a puede controlar a la esclava 10b de tal modo 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.
- 5

REIVINDICACIONES

1. Una unidad (10) de aire pre-acondicionado para suministrar aire pre-acondicionado a un avión estacionado en tierra, comprendiendo la unidad de aire pre-acondicionado un alojamiento (12) que acomoda un conducto (20) de flujo con una entrada (22) de aire para aire ambiente y una salida (25) de aire para conexión al avión estacionado,

5 una soplante (30) conectada con el conducto (20) de flujo para generación de un flujo de aire desde la entrada (22) de aire hacia la salida (25) de aire,

una pluralidad de sistemas (36) de refrigeración, cada uno de los cuales incluye

al menos un compresor (38),

al menos un condensador (40),

10 al menos una válvula (42) de expansión,

al menos un evaporador (44) conectado en un circuito de flujo que contiene un refrigerante, y

en donde al menos el evaporador (44) interactúa con el flujo de aire en el conducto (20) de flujo, y

el alojamiento (12) acomoda además un controlador central (60) que está configurado para controlar el funcionamiento de la unidad (10) de aire pre-acondicionado,

15 caracterizada por que:

cada uno de la pluralidad de sistemas (36) de refrigeración incluye además al menos un accionador (46, 54, 56) de frecuencia variable para alimentación eléctrica de al menos el compresor (38), y

cada uno de los accionadores (46, 54, 56) de frecuencia variable tiene un controlador que está configurado para variar la frecuencia de salida del accionador de frecuencia variable; y

20 el controlador central (60) está conectado al controlador de cada accionador (46, 54, 56) de frecuencia variable; en donde el controlador central (60) ajusta automáticamente el enfriamiento realizado por la unidad (10) de aire pre-acondicionado al menos a uno de los parámetros siguientes: el tipos de avión seleccionado, la temperatura ambiente, la humedad, la temperatura de la cabina, la temperatura saliente y el flujo saliente desde la unidad de aire pre-acondicionado.

25 2. Una unidad de aire pre-acondicionado según la reivindicación 1, en la que el alojamiento (12) acomoda además al menos un ventilador (48) de condensador posicionado para generación de un flujo de aire entrante que interactúa con al menos uno de los condensadores (40) de la pluralidad de sistemas (36) de refrigeración.

30 3. Una unidad de aire pre-acondicionado según la reivindicación 1, en la que el alojamiento (12) acomoda además al menos un accionador (54) de frecuencia variable conectado para alimentar eléctricamente al menos a un ventilador (48) para generación del flujo de aire entrante que interactúa con al menos uno de los condensadores (40) de la pluralidad de sistemas (36) de refrigeración.

4. Una unidad de aire pre-acondicionado según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el alojamiento (12) acomoda además un accionador (56) de frecuencia variable conectado para alimentación eléctrica de la soplante (30).

35 5. Una unidad de aire pre-acondicionado según la reivindicación 1, en la que el controlador está configurado para variar la frecuencia de salida de al menos un accionador (46; 54; 56) de frecuencia variable por encima de la frecuencia de la red de alimentación de la unidad (10) de aire pre-acondicionado.

6. Una unidad de aire pre-acondicionado según la reivindicación 1, en la que el controlador del accionador (46; 54; 56) de frecuencia variable está además configurado para el ajuste de la frecuencia de salida en respuesta a una salida del sensor conectado al controlador.

40 7. Una unidad de aire pre-acondicionado según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que al menos un accionador (46; 54; 56) 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 intervalo de frecuencias de salida

8. Una unidad de aire pre-acondicionado según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el controlador central (60) tiene una entrada de control que comparte alimentación para el control del consumo de potencia de la unidad de aire.

45 9. Una unidad de aire pre-acondicionado según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que cada sistema (36) de refrigeración de la pluralidad de sistemas de refrigeración está configurada para detección de fallo de manera

que, en caso de que uno de los sistemas de refrigeración falle, el sistema de refrigeración que falla transmite una señal de fallo al controlador central (60).

- 5 10. Una unidad de aire pre-acondicionado según la reivindicación 9, en la que el controlador central (60) está además configurado para ajustar automáticamente la cantidad requerida de enfriamiento entre los sistemas (36) de refrigeración restantes que funcionan apropiadamente de la pluralidad de sistemas de refrigeración en respuesta a la señal de fallo.
- 10 11. Una unidad de aire pre-acondicionado según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el alojamiento (12) acomoda además un rectificador (62) conectado a una entrada (64) de una red de alimentación de la unidad (10) de aire para generación de una alimentación eléctrica de tensión de corriente continua.
- 10 12. Una unidad de aire pre-acondicionado según la reivindicación 11, en la que el rectificador (62) es seleccionado en el grupo que consiste de un rectificador de 12 impulsos, un rectificador de 18 impulsos y un rectificador de 24 impulsos.
- 15 13. Una unidad de aire pre-acondicionado según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además al menos uno de entre: un panel (58) de interfaz de usuario con teclas de entrada y un dispositivo de presentación, un control remoto, una interfaz de ordenador, una interfaz de red, y un altavoz.
- 15 14. Una unidad de aire pre-acondicionado según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además un calentador (32) en el conducto (20) de flujo.

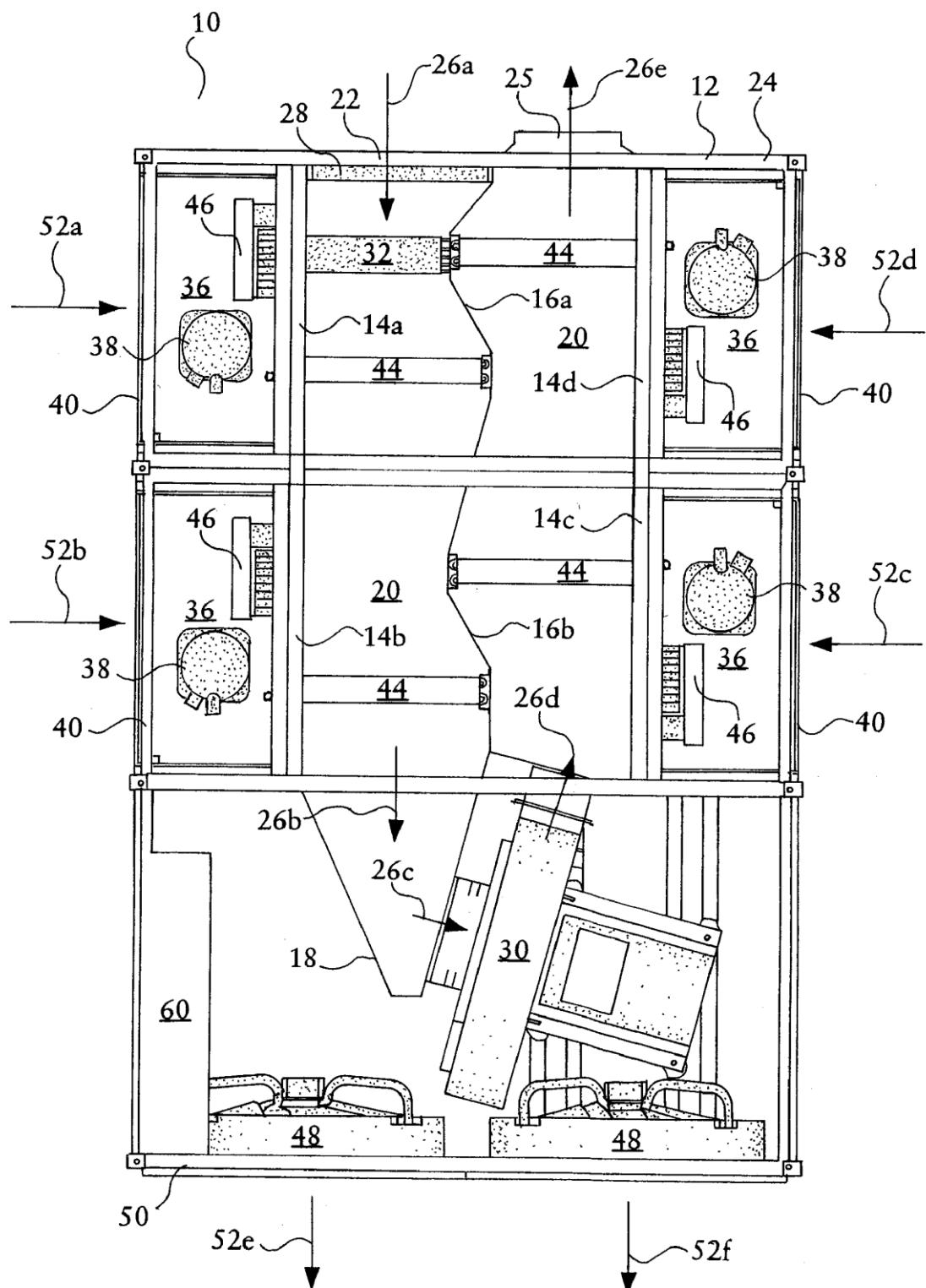


Fig. 1

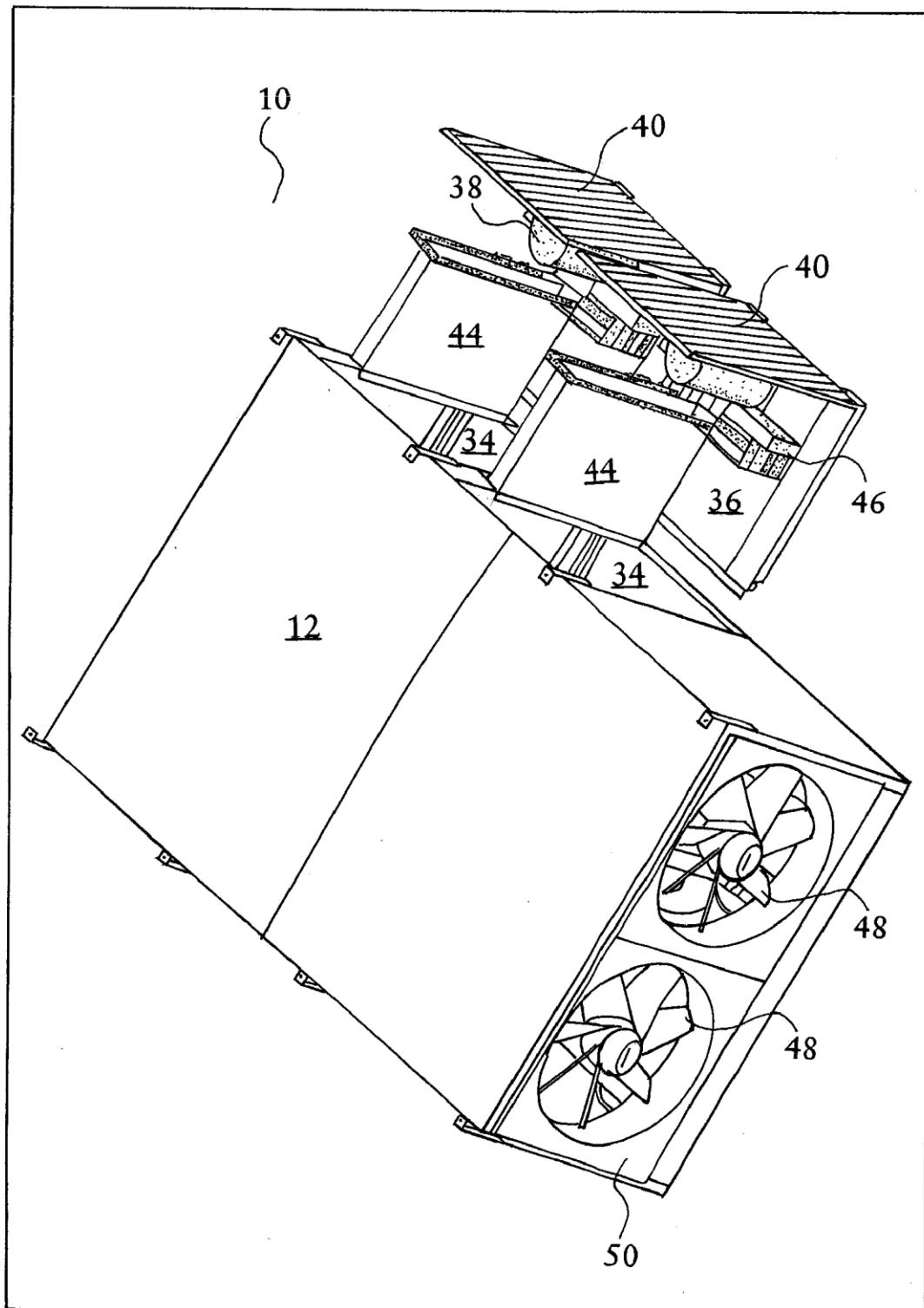


Fig. 2

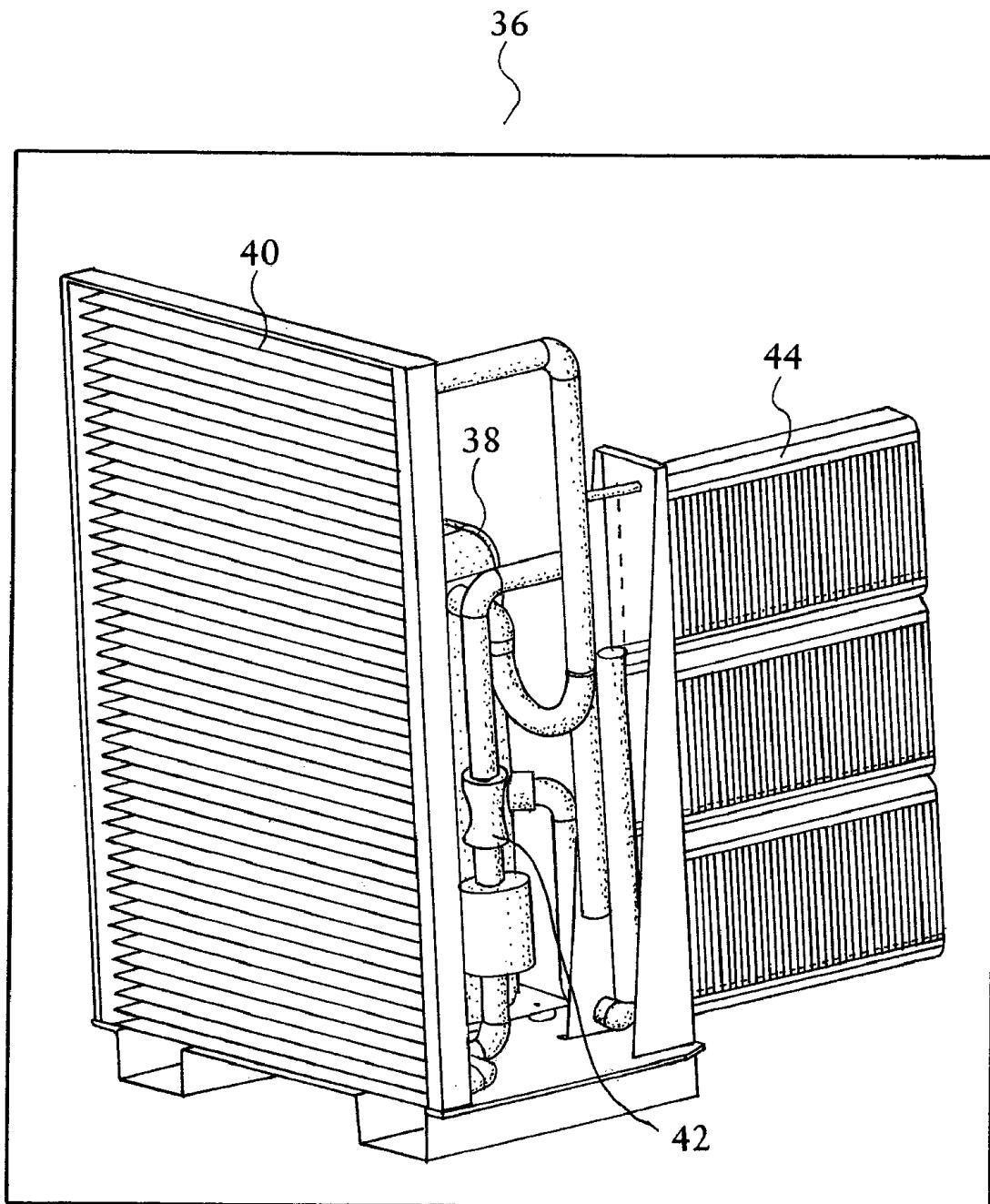
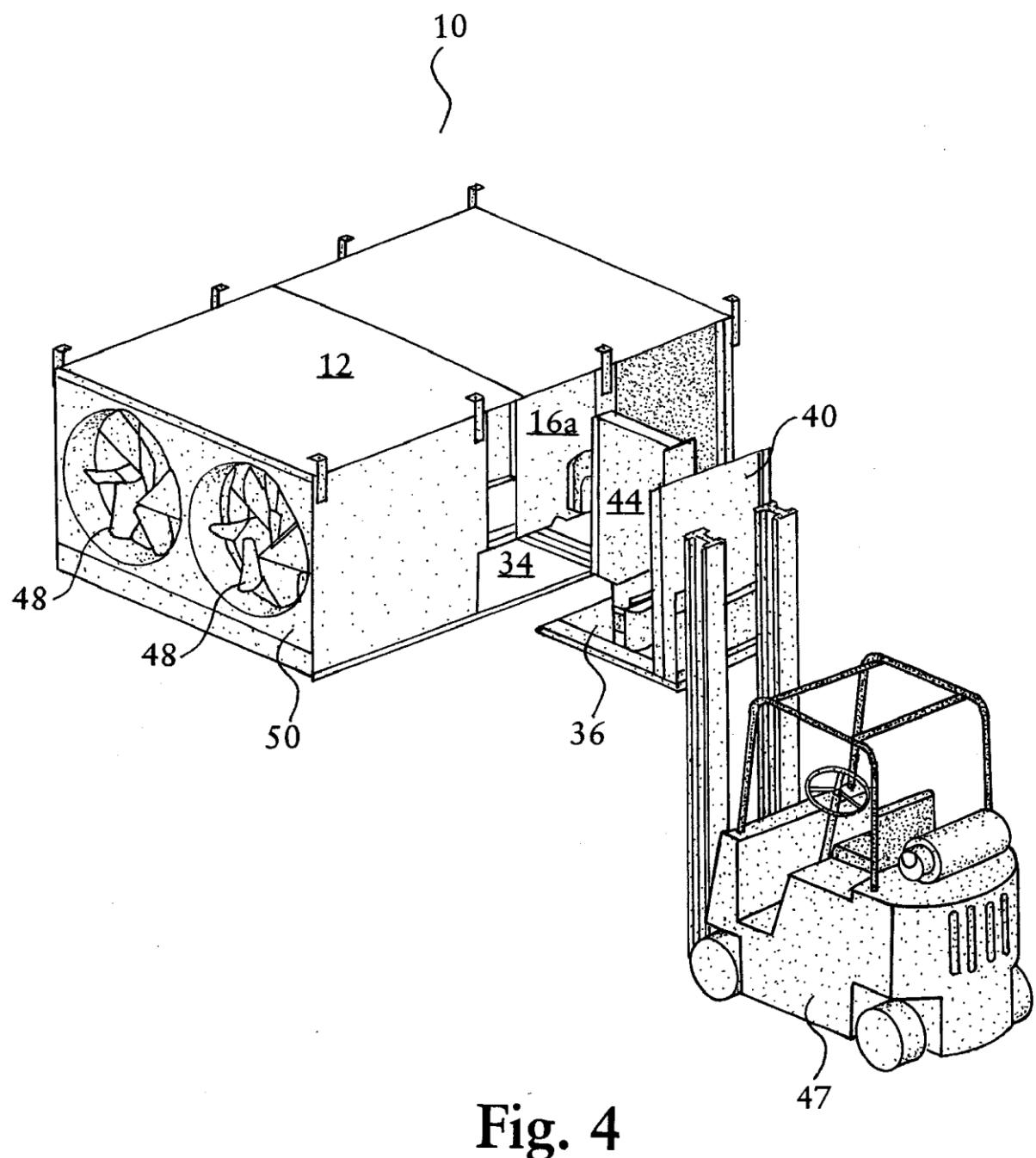


Fig. 3



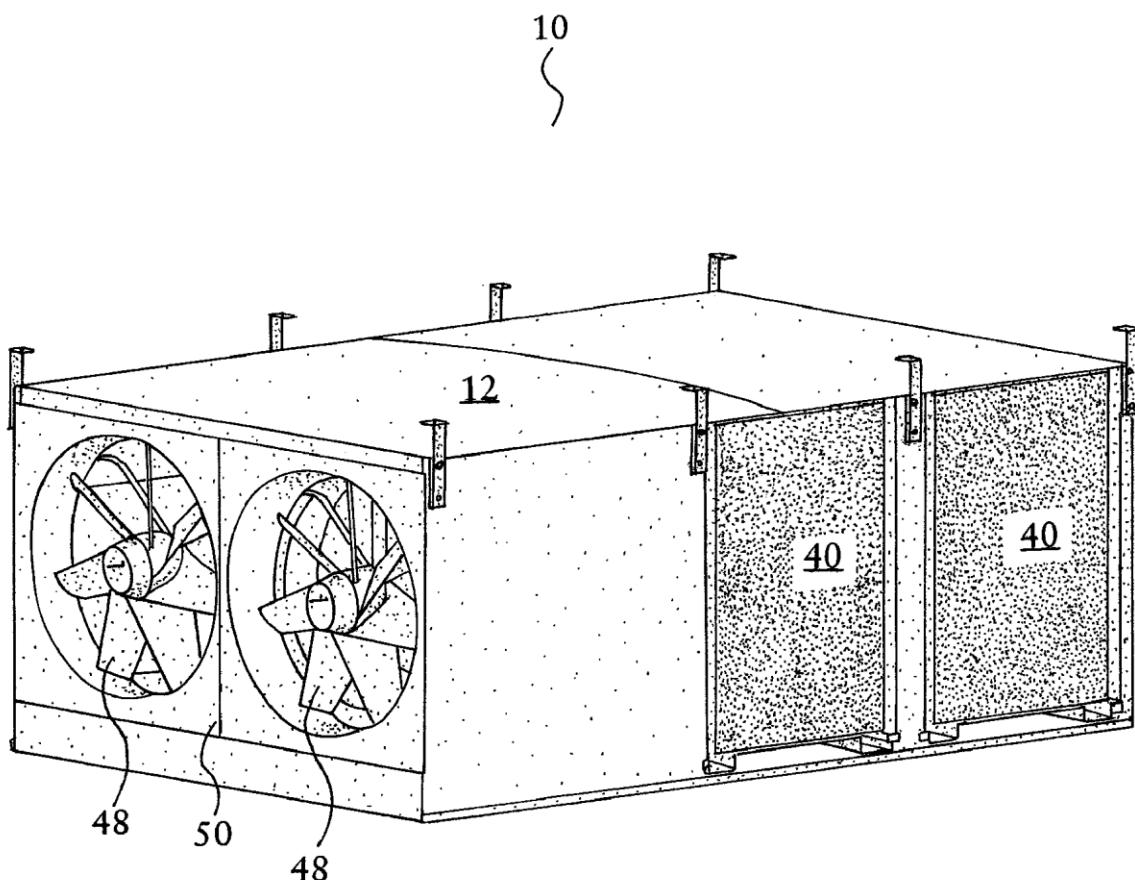


Fig. 5

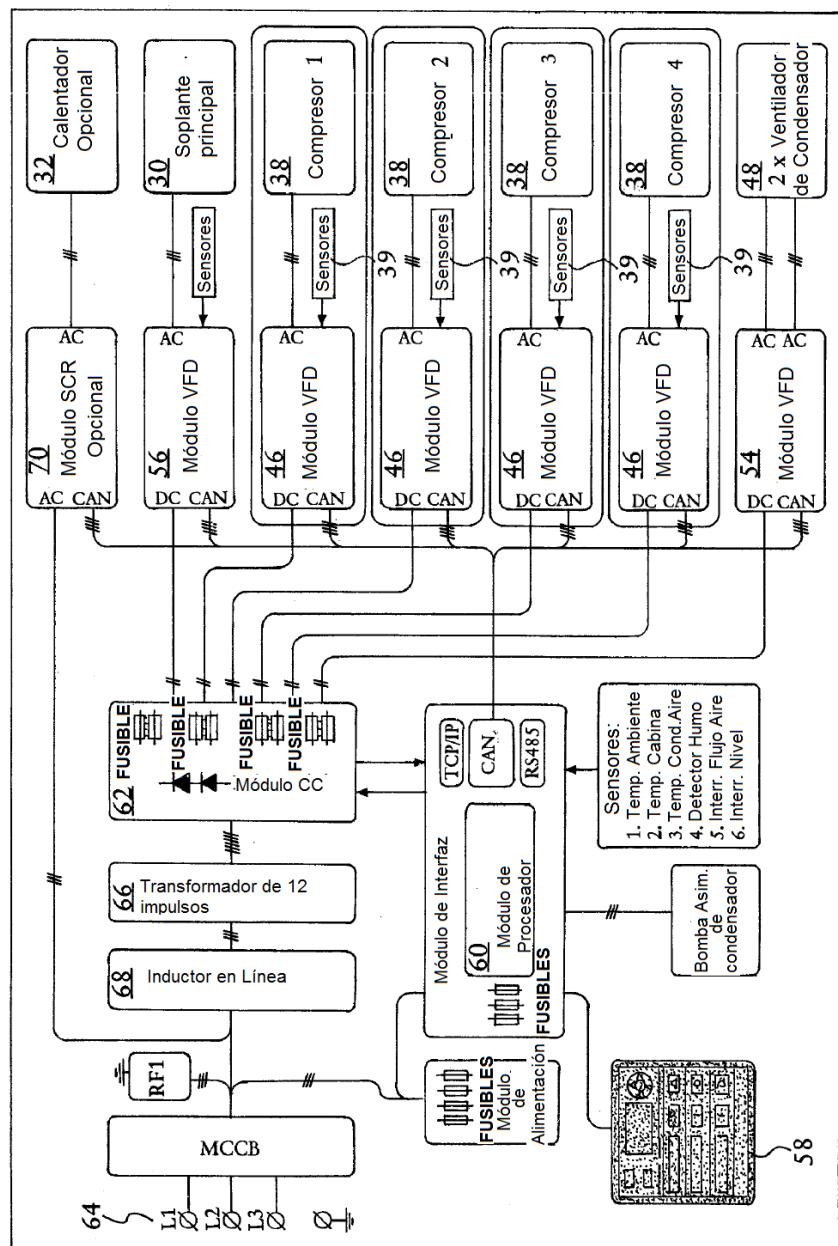


Fig. 6

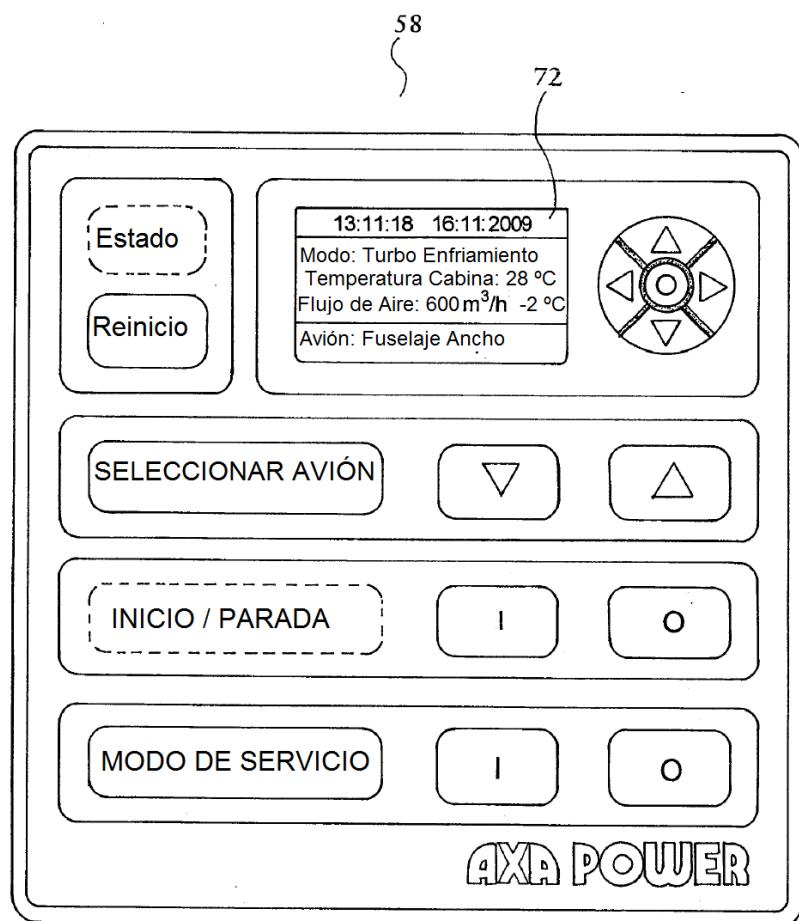


Fig. 7

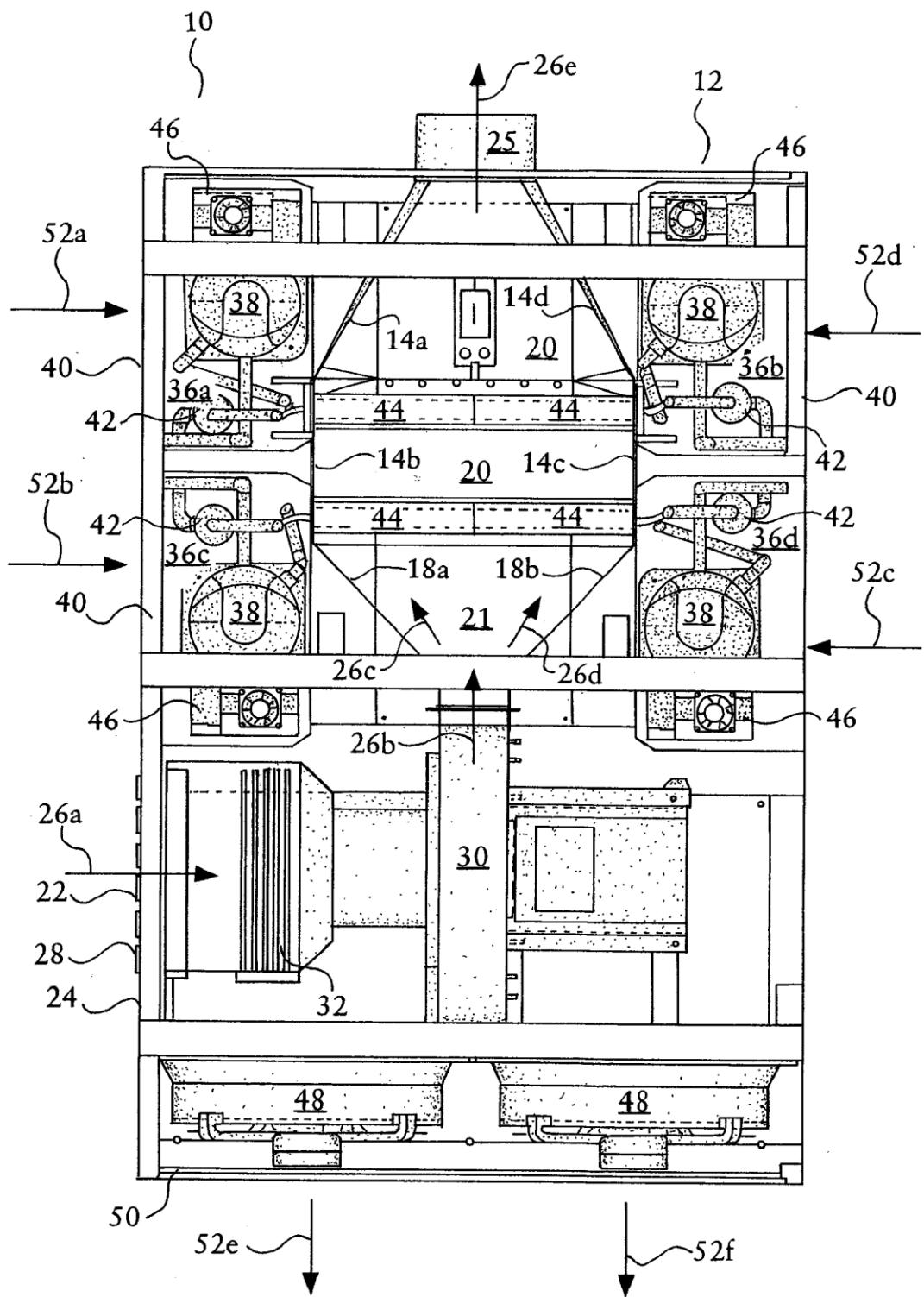


Fig. 8

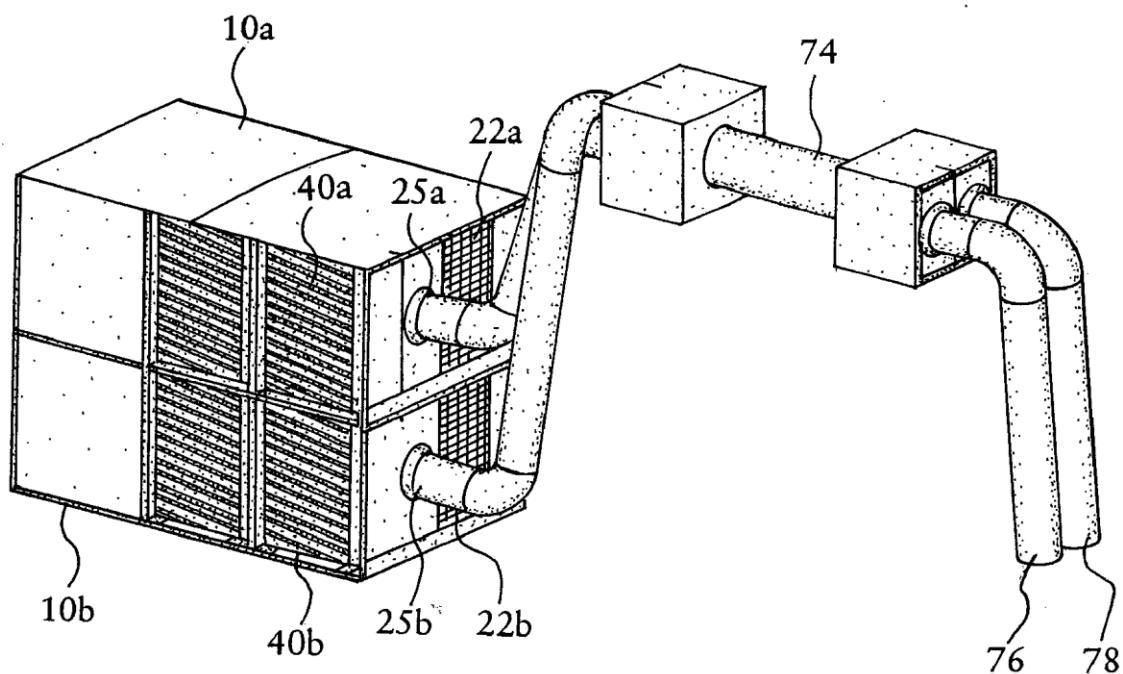


Fig. 9