

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 470 615**

51 Int. Cl.:

**F24F 3/14** (2006.01)  
**F03D 7/02** (2006.01)  
**F24F 11/00** (2006.01)  
**H02K 5/02** (2006.01)  
**F03D 11/00** (2006.01)  
**F03D 9/00** (2006.01)  
**F03D 7/04** (2006.01)  
**F03D 9/02** (2006.01)  
**H05K 5/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.01.2008 E 08700896 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.05.2014 EP 2126351**

54 Título: **Convertidor de energía eólica con deshumidificador**

30 Prioridad:

**31.01.2007 DK 200700158**

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

**24.06.2014**

73 Titular/es:

**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)  
Hedeager 44  
8200 Aarhus N, DK**

72 Inventor/es:

**LARSEN, GERNER**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 470 615 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

Convertidor de energía eólica con deshumidificador

### Campo técnico

5 La invención se refiere a la deshumidificación de una o más áreas de un convertidor de energía eólica que comprende una turbina eólica.

### Antecedentes de la invención

10 Cuando un convertidor de energía eólica ha estado parado durante un período de tiempo, puede estar muy frío y húmedo en su interior. Especialmente, si el convertidor de energía eólica está situado en un lugar con elevadas temperaturas diurnas y bajas temperaturas nocturnas, la condensación de la humedad en el aire cuando este se enfría puede hacer que todas las superficies dentro del convertidor de energía eólica estén muy húmedas. Esta es una situación normal si el convertidor de energía eólica no está funcionando durante la noche debido a la ausencia de viento. Asimismo, en ubicaciones con una elevada humedad ambiental, tales como ubicaciones costeras o en el mar, se encuentra agua condensada muy frecuentemente en las diferentes superficies dentro del convertidor de energía eólica.

15 Con el fin de evitar cortocircuitos eléctricos al arrancar el convertidor de energía eólica, es esencial asegurarse de que las superficies de las placas de circuito y otros elementos críticos en la turbina eólica están secas antes de que se encienda la electrónica de potencia. Asimismo es importante la deshumidificación con el fin de evitar la corrosión de las superficies de contacto de los conmutadores así como de diferentes piezas estructurales del convertidor de energía eólica, especialmente aquellas piezas fabricadas de hierro y aluminio que son algunos de los materiales más vulnerables utilizados habitualmente.

20 Un procedimiento de deshumidificación divulgado en la solicitud internacional de patente WO 03/014629 A1 utiliza un elemento eléctrico de Peltier para refrigerar las superficies de una unidad de refrigeración hasta una temperatura lo suficientemente baja para asegurarse de que la humedad en el aire se condensa sobre las superficies de las cuales puede ser drenada posteriormente. Véase asimismo el documento WO-A-2004/029450.

25 El objeto de la presente invención es proporcionar medios y procedimientos para una deshumidificación mejorada de una o más áreas de un convertidor de energía eólica en comparación con medios y procedimientos conocidos previamente.

### Breve descripción de la invención

30 Con la presente invención se proporciona un convertidor de energía eólica con medios para retirar eficientemente la humedad de áreas sensibles a la humedad del convertidor de energía eólica, en concreto durante un procedimiento de arranque en el que el convertidor de energía eólica está siendo preparado para volver a funcionar tras un periodo de parada, tal como durante un periodo nocturno de baja velocidad del viento. Al proporcionar un flujo de líquido refrigerante a un dispositivo de refrigeración de unos medios de control climático del convertidor de energía eólica se proporciona un sumidero de calor con una gran capacidad de retirar el calor que se libera por la condensación de la humedad del aire dentro de las áreas que van a ser deshumidificadas, por lo que se pueden retirar eficientemente mayores cantidades de humedad.

35 En lo que sigue se divulgan y describen un número de modos de realización ventajosos de la presente invención.

40 Así pues, la presente invención se refiere a un convertidor de energía eólica que comprende una turbina eólica y unos medios de control climático operables como medios de deshumidificación para separar y retirar humedad del aire dentro de una o más áreas de dicha turbina eólica, comprendiendo los medios de control climático al menos un dispositivo de refrigeración para condensar humedad así como al menos un dispositivo de drenaje para drenar agua condensada de dichas una o más áreas que están siendo deshumidificadas, y el convertidor de energía eólica comprende medios de flujo de refrigerante para proporcionar un flujo de líquido refrigerante hasta el al menos un dispositivo de refrigeración, proporcionando así un sumidero de calor para dicho dispositivo de refrigeración.

45 Al retirar la humedad de la una o más áreas, se pueden evitar cortocircuitos de partes eléctricas, tales como el generador, conmutadores de potencia de un convertidor de potencia para convertir la frecuencia de la potencia eléctrica que va a ser suministrada a la red de consumo o al rotor de un generador de doble alimentación, un transformador, etc., y se puede mejorar la durabilidad de un número de componentes, tales como conmutadores de potencia. Asimismo, se puede evitar la corrosión de partes constructivas, tales como piezas de acero que son muy sensibles a la humedad, aunque igualmente se puede evitar la corrosión de otras piezas metálicas por ejemplo de aluminio, que es muy sensible al entorno salino en ubicaciones costeras o en el mar de las turbinas eólicas. Al evitar la corrosión mediante la deshumidificación de áreas, se pueden evitar otras medidas de inhibición de la corrosión, tal como el recubrimiento con cinc, lo que facilita el reciclado posterior de las piezas del convertidor de energía eólica.

Así pues, la deshumidificación puede ser aplicada preferiblemente a áreas que contienen la electrónica de potencia de convertidores de potencia, áreas alrededor del generador, en concreto en el caso en que se utilice un generador multipolo en la turbina eólica, aunque igualmente para deshumidificar partes estructurales del convertidor de energía eólica con el fin de evitar la corrosión.

- 5 De acuerdo con un modo de realización preferido de la invención, los medios de control climático comprenden uno o más circuitos cerrados para la circulación del líquido refrigerante a través de, o más allá de, el dispositivo de refrigeración, y medios para refrigerar dicho líquido refrigerante.

Al proporcionar un circuito cerrado para el líquido refrigerante aplicado directamente al dispositivo de refrigeración, la calidad de tal líquido es controlable y se puede evitar la obstrucción de trayectorias de flujo dentro del dispositivo de refrigeración, la corrosión de los conductos de fluido, la congelación del líquido refrigerante dentro de los conductos de fluido, etc. Los tipos preferidos de líquido refrigerante en un circuito cerrado son una solución de agua y anticongelante, metanol, alcohol isopropílico, propilenglicol, amoníaco, CO<sub>2</sub>, refrigerantes fluorocarbonados o acetato de potasio.

Con el término refrigerantes fluorocarbonados se entienden los denominados refrigerantes de freón: clorofluorocarbonos (CFC), hidroclofluorocarbonos (HCFCs) e hidrofluorocarbonos (HCFs).

- 15 Los medios para refrigerar el líquido refrigerante pueden comprender preferiblemente un intercambiador de calor de líquido-líquido dispuesto para emplear una fuente de agua refrigerante externa al convertidor de energía eólica, en concreto agua subterránea o agua marina, para intercambiar calor con el líquido refrigerante.

Alternativamente, el convertidor de energía eólica puede comprender una cimentación de una turbina eólica, en donde dichos medios para refrigerar el líquido refrigerante comprenden un conjunto de disipación de calor dentro de la cimentación de la turbina eólica y/o en el terreno o lecho marino bajo la cimentación de la turbina eólica.

Como otra alternativa, el convertidor de energía eólica puede comprender una cimentación de la turbina eólica, en donde dichos medios para refrigerar el líquido refrigerante comprenden un conjunto de disipación de calor en el terreno o en el mar y/o el lecho marino fuera de la cimentación de la turbina eólica.

25 El circuito cerrado para la disipación de calor en la cimentación de la turbina eólica, o en el exterior de la misma, puede estar conectado, en un modo de realización, directamente con el dispositivo de refrigeración de los medios de control climático, de modo que el mismo líquido fluye en los conjuntos de disipación de calor y en el dispositivo de refrigeración, o en parte del mismo. Alternativamente, se disponen dos circuitos cerrados distintos con un circuito cerrado para el dispositivo de refrigeración y otro circuito cerrado para el conjunto de disipación de calor y un intercambiador de calor entre ambos.

30 En otro modo de realización preferido, los medios de control climático comprenden uno o más circuitos abiertos para proporcionar dicho flujo de líquido refrigerante, en concreto en el que el circuito se dispone para emplear una fuente de agua refrigerante externa al convertidor de energía eólica como el líquido refrigerante, tal como agua subterránea o agua marina, que se proporciona directamente al dispositivo de refrigeración.

35 Es todavía más ventajoso si los medios de control climático comprenden al menos un dispositivo de calentamiento para calentar el aire dentro de dichas una o más áreas de dicha turbina eólica, de modo que la una o más áreas que van a ser deshumidificadas puedan ser calentadas antes de la deshumidificación, de modo que el aire dentro de las áreas pueda contener más agua, y pueda absorber agua condensada de las superficies del área y transportarla a los medios de control climático operados como medios de deshumidificación, en los que la humedad es retirada por condensación. Los medios de calentamiento y los medios de control climático operados como medios de deshumidificación pueden ser operados simultánea o alternativamente, dependiendo de la configuración de la implementación de la presente invención.

40 Es ventajoso que el convertidor de energía eólica comprenda un acumulador de calor y medios para transferir selectivamente el exceso de energía calorífica de una o más partes de transmisión de potencia de la turbina eólica, tal como una caja de engranajes, convertidor eléctrico, generador, transformador o electrónica de potencia, a dicho acumulador de calor y almacenar dicha energía calorífica en el mismo, y para recuperar energía calorífica del mismo para su uso subsiguiente con dichos medios de control climático.

Alternativamente, el calor para los medios de calentamiento puede ser obtenido de otras fuentes, tales como energía solar o energía geotérmica.

El acumulador de calor puede disponerse dentro de la cimentación de la turbina eólica y/o en el terreno o lecho marino bajo la cimentación de la turbina eólica. Alternativamente, el acumulador de calor puede estar dispuesto en el terreno o en el lecho marino fuera de la cimentación de la turbina eólica.

En un modo de realización preferido de la presente invención, los medios de control climático comprenden al menos un elemento físico configurado para ser operable como el dispositivo de calentamiento así como el dispositivo de

refrigeración, ahorrando así espacio dentro del área o áreas que van a ser deshumidificadas, así como siendo eficiente en costes. En concreto, el dispositivo de calentamiento puede comprender medios para su calentamiento mediante un fluido caloportador que circula en uno o más circuitos cerrados a través de, o más allá de, el dispositivo de calentamiento.

5 Se prefiere que los medios de control climático comprendan una trayectoria de flujo común en dichos medios de control climático para permitir selectivamente que dicho flujo de líquido refrigerante y dicho flujo de fluido caloportador intercambien calor con el aire en dichas una o más áreas de la turbina eólica.

10 En un modo de realización concreto de la presente invención, el dispositivo de refrigeración comprende un circuito cerrado de refrigeración de un agente refrigerante, comprendiendo el circuito un evaporador dispuesto para evaporar el agente refrigerante por intercambio térmico con el aire de dichas una o más áreas de la turbina eólica, medios de presurización para presurizar el agente refrigerante evaporado y un condensador para condensar el agente refrigerante presurizado por intercambio térmico con el líquido refrigerante. Con tal disposición, la temperatura de la parte del dispositivo de refrigeración que está en contacto con el aire del área que va a ser deshumidificada puede bajar más que la temperatura del líquido refrigerante, lo que permite una condensación de humedad más eficiente. Tal circuito refrigerante es bien conocido, por ejemplo, de refrigeradores que utilizan agentes refrigerantes tales como un HFC, HCFC o CFC, dióxido de carbono o NH<sub>3</sub>.

15 En un modo de realización adicional, tal circuito cerrado de refrigeración se dispone para modificar selectivamente el funcionamiento del mismo para constituir un dispositivo de calentamiento para calentar el aire dentro de dichas una o más áreas de dicha turbina eólica, en el que dicho evaporador funciona como un condensador. El funcionamiento invertido de circuitos de refrigeración es bien conocido en la técnica a los efectos de eliminar escarcha del evaporador, pero en este caso se utiliza para proporcionar un calentamiento eficiente del área en la cual se sitúa el evaporador. El calor para la evaporación puede ser suministrado por un fluido caloportador como se describió anteriormente, o por el aire circundante, o el calor puede estar suministrado realmente por medio del líquido refrigerante, ya que tal circuito puede suministrar calor a una temperatura por encima de la temperatura del evaporador.

20 Es ventajoso que el convertidor de energía eólica comprenda unos medios de control dispuestos para controlar el funcionamiento de los medios de control climático en el arranque del convertidor de energía eólica, operación durante la cual los medios de calentamiento son operados para calentar dichas una o más áreas de dicha turbina eólica hasta una temperatura de funcionamiento predefinida, y los medios de control climático son operados como medios de deshumidificación para separar y retirar humedad del aire en dichas una o más áreas de la turbina eólica.

25 El convertidor de energía eólica puede comprender en concreto uno o más sensores de humedad, dispuestos en dichas una o más áreas de dicha turbina eólica para detectar una medida de la humedad y proporcionar una salida correspondiente a los medios de control, en el que los medios de control se disponen para operar los medios de calentamiento y los medios de control climático operados como medios de deshumidificación en respuesta a dicha salida, por ejemplo hasta que dicha salida proporcionada por el sensor o sensores de humedad se encuentre dentro de un intervalo predefinido.

30 El uno o más sensores de humedad puede estar dispuesto contiguamente a uno o más conmutadores de potencia de un convertidor de potencia eléctrica para proporcionar potencia de una frecuencia predefinida, y el uno o más sensores de humedad puede estar dispuesto en concreto para medir la humedad de un material de absorción de humedad que rodea al uno o más conmutadores de potencia. Los conmutadores de potencia son altamente sensibles a la humedad, y un nivel excesivo de humedad alrededor de los conmutadores de potencia puede acortar dramáticamente la vida útil o la duración de los conmutadores de potencia, tales como IGBTs.

35 Los medios de control pueden disponerse, en concreto, para operar alternativamente los medios de calentamiento y los medios de control climático operados como medios de deshumidificación en ciclos repetidos, de modo que las áreas puedan ser deshumidificadas eficientemente.

40 Una o más partes de dicho control climático pueden ser situadas en cualquier sitio en, o alrededor de, el convertidor de energía eólica, tal como en la góndola y/o en las palas y/o en la torre y/o en la cimentación de la turbina eólica y/o en cualquier sitio dentro o inmediatamente fuera del convertidor de energía eólica.

45 Es ventajoso que al menos parte de los medios de control climático se configure para ser operable tanto como medios de deshumidificación como medios de control de la temperatura, principalmente para refrigerar las partes de transmisión de potencia, esto es, la caja de engranajes, generador, transformador y/o convertidor de potencia, etc., ahorrando espacio dentro del área o áreas que van a ser deshumidificadas, así como siendo eficiente en costes.

50 La presente invención se refiere además a un procedimiento de deshumidificación para una o más áreas de un convertidor de energía eólica de acuerdo con el convertidor de energía eólica descrito en lo anterior.

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un convertidor de energía eólica que

comprende una turbina eólica, y unos medios de control climático que incluyen un dispositivo de calentamiento para controlar el clima en una o más áreas de la turbina eólica, en el que el convertidor de energía eólica comprende un acumulador de calor y medios para transferir selectivamente energía calorífica sobrante de una o más partes de transmisión de potencia de la turbina eólica a dicho acumulador de calor y almacenar dicha energía calorífica en el mismo, y para recuperar energía calorífica del mismo para su uso subsiguiente con dichos medios de control climático. El acumulador de calor puede contener los elementos y modos de realización discutidos anteriormente. Proporcionar tal acumulador de calor es ventajoso ya que el convertidor de energía eólica al inicio de su funcionamiento, en el que las temperaturas de diversas piezas del convertidor se encuentran por debajo de la temperatura de funcionamiento ordinaria, puede ser calentado rápidamente y sin necesidad de fuentes de energía externas, que pueden ser imposibles de obtener para convertidores de energía eólica que funcionan como unidades aisladas, conocidos asimismo como islas. El calentamiento de conmutadores de potencia utilizados en convertidores de potencia antes de reanudar el funcionamiento tras una parada puede prolongar la durabilidad de los conmutadores de potencia, y precalentar el aceite de una caja de engranajes es frecuentemente una necesidad para que la caja de engranajes esté en un estado operacional.

Los medios de control climático pueden comprender, en un modo de realización preferido, al menos un elemento físico configurado para ser operable como el dispositivo de calentamiento así como el dispositivo de refrigeración para refrigerar dichas una o más áreas de la turbina eólica, como se describió anteriormente.

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, esta se refiere a un procedimiento para mantener deshumidificadas partes de un convertidor de energía eólica, en el que el procedimiento comprende las etapas de:

proporcionar una parte de convertidor de energía eólica que comprende medios de control climático operables como medios de deshumidificación para separar y retirar humedad del aire en dicha parte de convertidor de energía eólica, comprendiendo los medios de control climático al menos un dispositivo de refrigeración para condensar humedad así como al menos un dispositivo de drenaje para drenar agua condensada de dicha parte que está siendo deshumidificada,

operar los medios de control climático como medios de deshumidificación, incluyendo proporcionar un flujo de líquido refrigerante para el al menos un dispositivo de refrigeración, proporcionando así un sumidero de calor para dicho dispositivo de refrigeración, durante el transporte de la parte de convertidor de energía eólica, y

operar dichos medios de control climático tras la instalación de dicha parte en un convertidor de energía eólica para controlar el clima en dicha parte durante el funcionamiento del convertidor de energía eólica.

Esto es ventajoso con el fin de evitar la corrosión de las superficies de contacto de los conmutadores de potencia y otros elementos electrónicos, así como la corrosión de las partes estructurales de partes del convertidor de energía eólica en cuestión, especialmente aquellas partes fabricadas de hierro y aluminio durante el transporte de la parte de convertidor de energía eólica. Al instalar los medios de control climático antes del transporte de la parte de convertidor de energía eólica y utilizar los medios de control climático para la deshumidificación durante el transporte, se proporciona una deshumidificación eficiente sin necesidad de instalar temporalmente deshumidificadores, lo que es engorroso e implica un riesgo de dañar o contaminar estructuras internas o componentes de la pieza de convertidor de energía eólica en cuestión. Alternativamente, los deshumidificadores instalados temporalmente durante el transporte sólo actúan en el exterior de la pieza de convertidor de energía eólica, lo que no asegura una deshumidificación profunda y eficiente.

### **Breve descripción de los dibujos**

La invención se describirá en lo que sigue con referencia a las figuras, en las cuales:

la fig. 1 ilustra un convertidor de energía eólica moderno grande, conocido en la técnica, visto desde el frente,

la fig. 2 ilustra un armario de conmutadores simplificado para una turbina eólica, incluyendo un dispositivo de deshumidificación,

la fig. 3 ilustra un circuito cerrado para un fluido caloportador combinado con un circuito abierto para un fluido refrigerante para un dispositivo de control climático, operable como deshumidificador y/o dispositivo de control de temperatura,

la fig. 4 ilustra un circuito cerrado para un fluido caloportador combinado con otro circuito cerrado para un fluido refrigerante para un dispositivo de control climático operable como un deshumidificador y/o un dispositivo de control de temperatura,

la fig. 5 ilustra un circuito cerrado común para un fluido caloportador y un fluido refrigerante para un dispositivo de control climático operable como un deshumidificador y/o un dispositivo de control de temperatura,

la fig. 6 ilustra un circuito cerrado para el fluido para un deshumidificador y/o un dispositivo de control de temperatura que incluye un evaporador, un compresor, un condensador y una válvula de mariposa,

la fig. 7 ilustra una sección transversal de un convertidor de energía eólica que comprende un acumulador de calor implementado en su cimentación, visto desde el frente, y

la fig. 8 ilustra una sección transversal de un convertidor de energía eólica que comprende un acumulador de frío implementado en su cimentación, visto desde el frente.

- 5 Los modos de realización mostrados en las figuras son ejemplos proporcionados para ilustrar y apoyar la comprensión de la presente invención, y no deben ser considerados como limitativos del ámbito de protección definido por las reivindicaciones adjuntas.

**Descripción detallada**

10 La fig. 1 ilustra un convertidor de energía eólica 1 que comprende una turbina eólica 2 moderna, situada sobre una cimentación 7 de la turbina eólica y conectada rigidamente con la misma. La turbina eólica 2 comprende una torre 3 y una góndola 4 de la turbina eólica, situada en la parte superior de la torre 3. El rotor 5 de la turbina eólica, que comprende tres palas 6 de la turbina eólica, está conectado a la góndola 4 mediante el árbol de baja velocidad que se extiende hacia fuera de la parte delantera de la góndola 4.

15 La fig. 2 ilustra un modo de realización de la invención, en el cual los medios de control climático son operados como medios de deshumidificación 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 para mantener la humedad en una o más áreas de un convertidor de energía eólica 1 por debajo de un cierto límite.

20 Cuando un convertidor de energía eólica 1 ha estado parado durante un periodo de tiempo, puede estar muy frío y húmedo en su interior. Especialmente, si el convertidor de energía eólica está situado en un lugar con elevadas temperaturas diurnas y bajas temperaturas nocturnas, la condensación de la humedad en el aire cuando este se enfría puede hacer que todas las superficies dentro del convertidor de energía eólica 1 estén muy húmedas. Esta es una situación normal si el convertidor de energía eólica 1 no está funcionando durante la noche debido a la ausencia de viento. Asimismo, en ubicaciones con una elevada humedad ambiental, tales como ubicaciones costeras o en el mar, se encuentra agua condensada muy frecuentemente en las diferentes superficies dentro del convertidor de energía eólica 1.

25 Con el fin de evitar cortocircuitos eléctricos al arrancar el convertidor de energía eólica, es esencial asegurarse de que las superficies de las placas de circuito y otros elementos críticos, en concreto los conmutadores de potencia del convertidor de potencia en la turbina eólica 2, estén secas antes de que se encienda la electrónica de potencia. Asimismo es importante la deshumidificación con el fin de evitar la corrosión de las superficies de contacto de los conmutadores así como de diferentes piezas estructurales del convertidor de energía eólica, especialmente aquellas piezas fabricadas de hierro y aluminio que son algunos de los materiales más vulnerables utilizados habitualmente.

30 En este modo de realización de la invención, un estado seco adecuado para arrancar el convertidor de energía eólica 1 puede conseguirse realizando etapas de funcionamiento consecutivas del intercambiador de calor 11 alternativamente como un dispositivo de calentamiento y un dispositivo de refrigeración.

35 Cuando el intercambiador de calor 11 funciona como un dispositivo de calentamiento, los conductos de fluido 12 conducen un flujo de líquido caliente que se suministra al intercambiador de calor 11 y es drenado del mismo mediante la entrada 13 y la salida 14 de fluido refrigerante/caloportador, respectivamente.

El ventilador 10 y el elemento de guiado de flujo 16 crean un flujo de aire a través del intercambiador de calor líquido-gas 11, poniendo el aire en contacto térmico con los conductos de fluido caliente 12, calentando así el aire y aumentando su capacidad de contener humedad. A medida que el aire caliente pasa por diferentes superficies, el agua en estas superficies se evaporará, aumentando así la cantidad de humedad en el aire.

40 A continuación, cuando el intercambiador de calor 11 funciona como dispositivo de refrigeración, los conductos de fluido 12 conducen un flujo de líquido frío que es suministrado a, y drenado de, el intercambiador de calor 11 mediante la entrada 13 y la salida 14 de fluido refrigerante/caloportador, respectivamente.

45 Todavía, el ventilador 10 y el elemento de guiado de flujo 16 crean un flujo de aire a través del intercambiador de calor líquido-gas 11, poniendo el aire en contacto térmico con los conductos de fluido 12 ahora frío, que tienen una temperatura por debajo de punto de rocío del aire. La humedad en el aire se condensa en agua sobre la superficie de los conductos de fluido 12, desde donde gotea y es recogida y drenada mediante el dispositivo de drenaje 15.

En un modo de realización alternativo de la invención, el agua condensada es soplada activamente de la superficie de los conductos de fluido 12 aumentando la velocidad del ventilador 10, tras lo cual el agua es recogida por un filtro de salpicadura y drenada mediante un dispositivo de drenaje 15.

50 El elemento de guiado de flujo 16 es una estructura pasiva, cuya finalidad es asegurar que el aire en el área del convertidor de energía eólica 1 en la cual operan los medios de control climático fluye de un modo adecuado para obtener

el máximo beneficio de la invención. En otros modos de realización de la invención, el elemento de guiado de flujo 16 puede no ser necesario.

5 En este modo de realización de la invención, el área en la cual los medios de control climático son implementados es un armario de conmutadores 8 con diferentes elementos de circuito 9 que pertenecen a la turbina eólica 2. En otro modo de realización, la invención podría implementarse en cualquier parte de transmisión de potencia de la turbina eólica, tal como engranajes, convertidor eléctrico, generador, transformador o electrónica de potencia, así como en cualquier parte estructural del convertidor de energía eólica 1, tal como la torre 3 o una góndola 4.

10 El procedimiento anteriormente descrito de calentar en primer lugar y refrigerar a continuación el aire en el área de una turbina eólica 2 puede ser repetido hasta que se haya conseguido un bajo nivel satisfactorio de humedad en el aire. Asimismo, los medios de control climático pueden ser utilizados para calentar todas las partes necesarias del convertidor de energía eólica 1 hasta una temperatura de funcionamiento, por ejemplo en un intervalo de 40 °C a 60 °C, tal como entre 45 °C y 52 °C antes de que este arranque, así como para refrigerar el sistema durante su funcionamiento.

15 La fig. 3 ilustra un modo de realización de la invención en el cual un circuito cerrado para un líquido caloportador y un circuito abierto para un líquido refrigerante están conectados a la entrada 13 y a la salida 14 para un fluido refrigerante/caloportador de un intercambiador de calor que funciona en un área específica 20 de una turbina eólica 2.

20 Una válvula de entrada 17 y una válvula de salida 18 se utilizan para conmutar entre líquido caloportador y líquido refrigerante. Cuando las válvulas 17, 18 están en una posición, el intercambiador de calor es alimentado con líquido caloportador del circuito cerrado que puede ser calentado por un dispositivo de calentamiento eléctrico 19 cuando sea necesario. Cuando las válvulas 17, 18 están en otra posición, el intercambiador de calor es alimentado con líquido refrigerante del circuito abierto a través de la entrada para líquido refrigerante externo 21 y drenado a través de la salida para líquido refrigerante externo 22. Ejemplos de líquidos refrigerantes externos que podrían ser utilizados son agua subterránea, agua marina o un líquido de un circuito cerrado que comprende un sumidero de calor como el descrito a continuación con referencia a la fig. 8.

25 En otros modos de realización de la invención, el líquido caloportador puede ser calentado mediante otros medios distintos a un calentamiento eléctrico, tal como un flujo de líquido caloportador caliente (por ejemplo, procedente de un acumulador de calor como el descrito a continuación) a través de un intercambiador de calor.

La fig. 4 ilustra un modo de realización de la invención en el cual un circuito cerrado para líquido caloportador y otro circuito cerrado para líquido refrigerante se conectan a la entrada 13 y a la salida 14 de fluido refrigerante/caloportador de un intercambiador de calor que funciona en un área específica 20 de una turbina eólica 2.

30 Una válvula de entrada 17 y una válvula de salida 18 se utilizan para conmutar entre líquido caloportador y líquido refrigerante. Cuando las válvulas 17, 18 están en una posición, el intercambiador de calor es alimentado con líquido caloportador del circuito cerrado que puede ser calentado por un dispositivo de calentamiento eléctrico 19 cuando sea necesario. Cuando las válvulas 17, 18 están en otra posición, el intercambiador de calor es alimentado con líquido refrigerante del otro circuito cerrado que puede ser refrigerado mediante un intercambiador de calor líquido-líquido 23. El líquido refrigerante externo para el intercambiador de calor 23 es suministrado por la entrada para líquido refrigerante externo 21 y drenado a través de la salida para líquido refrigerante externo 22.

35 En otros modos de realización de la invención el líquido caloportador puede ser calentado mediante otros medios distintos a un calentamiento eléctrico, tal como uno o más elementos de Peltier con sumideros líquidos de calor y/o el líquido refrigerante puede ser refrigerado por otros medios distintos a un intercambiador de calor líquido-líquido que utiliza un líquido refrigerante externo.

La fig. 5 ilustra un modo de realización de la invención en el cual un circuito cerrado común para líquido caloportador y líquido refrigerante se conecta a la entrada 13 y a la salida 14 para un fluido refrigerante/caloportador para un intercambiador de calor que funciona en un área específica 20 de una turbina eólica 2.

45 El intercambiador de calor es alimentado con líquido del circuito cerrado que puede ser calentado mediante un dispositivo de calefacción eléctrico 19 o refrigerado mediante un intercambiador de calor líquido-líquido 23. El líquido refrigerante externo para el intercambiador de calor 23 se suministra mediante la entrada para líquido refrigerante externo 21 y se drena mediante la salida para líquido refrigerante externo 22.

50 En otros modos de realización de la invención, el líquido caloportador puede ser calentado mediante otros medios distintos a un calentamiento eléctrico y/o el líquido refrigerante puede ser refrigerado mediante otros medios distintos a un intercambiador de calor líquido-líquido que utiliza un líquido refrigerante externo, como se mencionó anteriormente. Asimismo, en un modo de realización de la invención el mismo intercambiador de calor 23 se utiliza para calentar así como para refrigerar el líquido que fluye en el circuito cerrado suministrando o bien un líquido caliente o bien frío al lado externo del intercambiador de calor 23.

La fig. 6 ilustra un modo de realización de la invención en el cual se dispone un circuito refrigerante que emplea un agente refrigerante tal como HFC, CO<sub>2</sub> o NH<sub>3</sub>, y el área específica 20 de una turbina eólica 2 se refrigera mediante un intercambiador de calor líquido-gas 24 en el cual el agente refrigerante se evapora, consumiendo así energía calorífica que se toma del aire dentro del área 20. Así pues, el aire en el área específica 20 se refrigera.

5 Tras abandonar el intercambiador de calor líquido-gas 24, el fluido evaporado se comprime en un compresor 25 y se condensa en un intercambiador de calor líquido-líquido 26. Antes de volver a entrar en el evaporador, el fluido condensado pasa a través de una válvula de mariposa 27 con el fin de reducir su presión.

10 En este modo de realización, el condensador es un intercambiador de calor líquido-líquido 26 refrigerado mediante un líquido refrigerante externo suministrado por la entrada de líquido refrigerante externo 21 y drenado través de la salida del líquido refrigerante externo 22.

El principio de refrigeración anteriormente descrito es bien conocido de refrigeradores y otros sistemas de refrigeración.

15 En otro modo de realización de la invención (no mostrado), el circuito de fluido se dota de un número de válvulas que hacen posible cambiar el orden en el cual pasa el agente refrigerante por los diversos elementos de circuito. En una configuración de las válvulas, el agente refrigerante pasa a través del compresor 25 antes de entrar en el área específica 20 de la turbina eólica 2 y la válvula de mariposa 27, tras dejar el área específica 20. En este caso, el intercambiador de calor líquido-gas 24 trabaja como un condensador, liberando energía calorífica del agente refrigerante, calentando así el aire dentro del área específica 20 de la turbina eólica 2, y el intercambiador de calor líquido-líquido 26 trabaja como un evaporador que está provisto de un líquido caloportador externo en lugar de un líquido refrigerante. Así pues, el sistema puede ser utilizado para tanto para calentar como para refrigerar el área específica 20 de la turbina eólica 2.

20 La fig. 7 ilustra una sección transversal de un modo de realización de un convertidor de energía eólica 1 de acuerdo con la invención, que comprende una cimentación 7 que contiene un tanque de líquido 30 aislado térmicamente, que actúa como un acumulador de calor para los medios de control climático, visto desde el frente.

25 En este modo de realización de la invención, el convertidor de energía eólica 1 comprende una turbina eólica 2 situada en una cimentación 7 de la turbina eólica. La cimentación 7 está situada en este modo de realización en el terreno o en el lecho marítimo 28, y se fabrica sustancialmente en el emplazamiento a partir de hormigón reforzado mediante una estructura de refuerzo, aunque en otro modo de realización, la cimentación 7 podría estar prefabricada completa o parcialmente, por ejemplo en forma de una o más carcasas o estructuras de metal u hormigón, las cuales podrían ser rellenas en el emplazamiento con un relleno tal como hormigón, piedras, arena u otros.

30 El acumulador de calor comprende un tanque de líquido 30 que está aislado térmicamente mediante una capa de material aislante 31 que rodea el tanque más o menos completamente. El tanque de líquido está conectado con unos medios de control climático en la góndola 4 mediante conductos de fluido 29.

35 El líquido refrigerante que ha sido calentado mediante los medios de control climático se transporta al acumulador de calor en la cimentación 7, desde donde puede ser devuelto subsiguientemente a los medios de control climático para ser utilizado como líquido caloportador. Así pues, se puede utilizar energía calorífica sobrante que se retira de una o más áreas específicas 20 del convertidor de energía eólica 1 y que de otro modo se perdería.

40 En este modo de realización de la invención, los medios de control climático controlan las temperaturas de, o la humedad alrededor de, componentes concretos de la góndola 4, aunque en otro modo de realización los medios de control climático podrían asimismo, o en lugar de, controlar la temperatura de toda la góndola 4, incluyendo el aire dentro de la góndola, estos podrían controlar la temperatura y humedad de componentes en la torre 3 y/o del aire en la torre, estos podrían controlar la temperatura o humedad de componentes concretos del rotor 5, por ejemplo para mantener las palas 6 libres de escarcha, estos podrían controlar la temperatura o humedad de componentes la turbina eólica situados fuera de la turbina eólica, por ejemplo en un alojamiento vecino (no mostrado) y/o la temperatura o humedad dentro de dicho alojamiento, o cualquier combinación de los mismos.

45 La fig. 8 ilustra una sección transversal de un modo de realización de un convertidor de energía eólica 1 de acuerdo con la invención, que comprende una cimentación 7 que actúa como un sumidero de calor 32 de los medios de control climático, vista desde el frente.

50 En este modo de realización de la invención, el convertidor de energía eólica 1 comprende una turbina eólica 2 y una imantación 7 de la turbina eólica, situada en el terreno o en el lecho marítimo 28. La cimentación 7 está situada en este modo de realización en el terreno o en el lecho marítimo 28, y se fabrica sustancialmente en el emplazamiento a partir de hormigón reforzado mediante una estructura de refuerzo, aunque en otro modo de realización de la cimentación 7 podría estar prefabricada completa o parcialmente, por ejemplo en forma de una o más carcasas o estructuras de metal u hormigón, las cuales podrían ser rellenas en el emplazamiento con un relleno tal como hormigón, piedras, arena u otros.



5 En este modo de realización, los medios de control climático comprenden un conducto cerrado de fluido 29, que discurre de la góndola 4, hacia abajo a través de la torre 3, hasta la cimentación 7 antes de volver a la góndola 4. En la fig. 9, la ruta del conducto de fluido 29 en la góndola 4, torre 3 y en la cimentación 7 está algo simplificada, y en otro modo de realización, el conducto de fluido 29 describiría, por ejemplo, un patrón más complejo en la cimentación 7 antes de volver a la turbina eólica 2.

10 En otro modo de realización de la invención, los medios de control climático podrían comprender asimismo un flujo abierto de fluidos refrigerantes, por ejemplo si la cimentación 7 comprendiera un depósito (no mostrado), al cual fueran bombeados los fluidos refrigerantes, por ejemplo desde la góndola 4, y desde los cuales fueran bombeados los fluidos refrigerantes a la turbina eólica, aunque en un modo de realización preferido de la invención los fluidos refrigerantes de los medios de control climático circulan en un circuito cerrado.

En el circuito cerrado ilustrado, el fluido refrigerante es salmuera, aunque en otro modo de realización de la invención el fluido refrigerante podría ser otro tipo de solución de anticongelante y agua, tal como agua y alcohol isopropílico. El fluido refrigerante podría ser igualmente cualquier otro tipo de solución anticongelante, tal como metanol, propilenglicol o acetato de potasio, o podría ser amoníaco, CO<sub>2</sub> y/o refrigerantes fluorocarbonados.

15 En este modo de realización de la invención, los medios de control climático controlan la temperatura de, o la humedad alrededor de, componentes específicos en la góndola 4, aunque en otro modo de realización los medios de control climático podrían asimismo, o en su lugar, controlar la temperatura y humedad de toda la góndola 4, incluyendo el aire dentro de la góndola, estos podrían controlar la temperatura y humedad de componentes en la torre 3 y/o del aire en la torre, estos podrían controlar la temperatura y humedad de componentes concretos del rotor 5, por ejemplo para  
20 mantener las palas 6 libres de escarcha, estos podrían controlar la temperatura y humedad de componentes la turbina eólica situados fuera de la turbina eólica, por ejemplo en un alojamiento vecino (no mostrado) y/o la temperatura o humedad dentro de dicho alojamiento, o cualquier combinación de los mismos.

25 En otro modo de realización de la invención, al menos una parte de los medios de control climático que están situados en la cimentación 7 podría estar formada asimismo como uno o más tubos térmicos (no mostrados). En su forma más simple, los tubos térmicos comprenden un recinto sellado que contiene un fluido de trabajo y su vapor, junto con un sistema de recubrimiento de mecha capilar. Un tubo térmico es básicamente un superconductor de calor muy eficiente, que proporciona una absorción térmica y un sistema de transferencia con la capacidad de desplazar grandes cantidades de potencia en forma de energía calorífica.

30 La aplicación de calor en cualquier punto de la superficie del tubo térmico provoca un cambio de fase líquido-vapor dentro, que permite que se transmita energía calorífica en fase vapor con tan sólo un gradiente de temperatura mínimo. En términos de la conductividad térmica, un tubo térmico puede exhibir un rendimiento térmico que puede superar el de un componente de tamaño equivalente fabricado de cobre puro en más de 1000 veces.

Típicamente, los tubos térmicos se producen en forma de varilla con una sección transversal circular, aunque son posibles igualmente otras formas tales como secciones transversales aplanadas de tubos térmicos.

35 Listado de figuras de referencia

1. convertidor de energía eólica
2. turbina eólica
3. torre
4. góndola
- 40 5. rotor
6. pala
7. cimentación
8. armario de conmutadores para una turbina eólica
9. elemento de circuito
- 45 10. ventilador
11. intercambiador de calor líquido-gas
12. conducto de fluido

- 13. entrada para el fluido refrigerante/caloportador
- 14. salida para el fluido refrigerante/caloportador
- 15. dispositivo de drenaje
- 16. elemento de guiado de flujo
- 5 17. válvula de entrada
- 18. válvula de salida
- 19. dispositivo de calentamiento eléctrico
- 20. área específica de la turbina de energía eólica
- 21. entrada de líquido refrigerante externo
- 10 22. salida de líquido refrigerante externo
- 23. intercambiador de calor líquido-líquido
- 24. intercambiador de calor líquido-gas
- 25. compresor
- 26. intercambiador de calor líquido-líquido
- 15 27. válvula de mariposa
- 28. terreno o lecho marítimo
- 29. conductos de fluido
- 30. acumulador de calor
- 31. aislante térmico
- 20 32. sumidero de calor

**REIVINDICACIONES**

1. Un convertidor de energía eólica (1) que comprende:  
una turbina eólica (2) y  
5 medios de control climático (10-19, 21-27, 29-32), operables como medios de deshumidificación para separar y retirar humedad del aire en una o más áreas de dicha turbina eólica, comprendiendo al menos un dispositivo de refrigeración (11, 24) para condensar humedad así como al menos un dispositivo de drenaje (15) para drenar agua condensada de dichas una o más áreas (20) que están siendo deshumidificadas,  
caracterizado por que  
10 dicho convertidor de energía eólica comprende medios de flujo de refrigerante (12-14, 17, 18, 21, 22) para proporcionar un flujo de un líquido refrigerante a dicho al menos un dispositivo de refrigeración, proporcionando así un sumidero de calor para dicho dispositivo de refrigeración.
2. Un convertidor de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichos medios de control climático comprenden uno o más circuitos para la circulación de líquido refrigerante a través o más allá del dispositivo de refrigeración, y medios para refrigerar dicho líquido refrigerante.
- 15 3. Un convertidor de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dichos medios para refrigerar el líquido refrigerante comprenden un intercambiador de calor líquido-líquido (23) dispuesto para emplear una fuente de agua de refrigeración externa al convertidor de energía eólica para intercambiar calor con el líquido refrigerante.
4. Un convertidor de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende una cimentación (7) de la turbina eólica, en el que dichos medios para refrigerar el líquido refrigerante comprenden un conjunto de disipación de calor (32) dentro de la cimentación de la turbina eólica y/o en el terreno o en el lecho marítimo (28) por debajo o  
20 en el exterior de la cimentación de la turbina eólica.
5. Un convertidor de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichos medios de control climático comprenden uno o más circuitos abiertos para proporcionar dicho flujo de líquido refrigerante.
- 25 6. Un convertidor de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 5, estando dispuestos dichos uno o más circuitos abiertos para emplear como líquido refrigerante una fuente de agua refrigerante externa al convertidor de energía eólica.
7. Un convertidor de energía eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos medios de control climático comprenden al menos un dispositivo de calentamiento para calentar el aire en dichas una o más áreas de dicha turbina eólica.
- 30 8. Un convertidor de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende un acumulador de calor (30, 31) y medios (29) para transferir selectivamente energía calorífica sobrante de una o más partes de transmisión de potencia de la turbina eólica a dicho acumulador de calor y almacenar dicha energía calorífica en el mismo, y para recuperar energía calorífica del mismo para su uso subsiguiente con dichos medios de control climático.
- 35 9. Un convertidor de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende una cimentación de la turbina eólica, estando dispuesto dicho acumulador de calor dentro de la cimentación de la turbina eólica y/o en el terreno o lecho marítimo bajo o en el exterior de la cimentación de la turbina eólica.
10. Un convertidor de energía eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-9, en el que dichos medios de control climático comprenden al menos un elemento físico (11-14) configurado para ser operable tanto  
40 como el dispositivo de calentamiento o como el dispositivo de refrigeración.
11. Un convertidor de energía eólica de acuerdo con las reivindicaciones 7-10, en el que dicho dispositivo de calentamiento comprende medios para ser calentado mediante un fluido caloportador circulante por uno o más circuitos cerrados a través de o más allá del dispositivo de calentamiento.
12. Un convertidor de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, que comprende una trayectoria de  
45 flujo común en dichos medios de control climático para permitir selectivamente dicho flujo de un líquido refrigerante y dicho flujo de un fluido caloportador para intercambiar calor con el aire en dichas una o más áreas de la turbina eólica.
13. Un convertidor de energía eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de refrigeración comprende un circuito cerrado de refrigeración para un agente refrigerante,

comprendiendo el circuito un evaporador (24) dispuesto para evaporar el agente refrigerante por intercambio térmico con el aire de dichas una o más áreas de la turbina eólica, medios de presurización (25) para presurizar el agente refrigerante evaporado y un condensador (26) para condensar el agente refrigerante presurizado mediante intercambio térmico con el líquido refrigerante.

5 14. Un convertidor de energía eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-13, que comprende medios de control para controlar el funcionamiento de los medios de control climático en el arranque del convertidor de energía eólica, durante el cual los medios calefactores se activan para calentar dicha una o más áreas de dicha turbina eólica hasta una temperatura de funcionamiento predefinida, y los medios de control climático son operados como medios deshumidificantes para separar y retirar humedad del aire en dichas una o  
10 más áreas de la turbina eólica.

15 15. Un convertidor de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 14, que comprende uno o más sensores de humedad dispuestos en dichas una o más áreas de dicha turbina eólica para detectar una medida de la humedad y proporcionar una salida de acuerdo con los medios de control, en el que los medios de control están dispuestos para operar los medios de calentamiento y los medios de control climático operados como medios de deshumidificación en respuesta a dicha salida.

16. Un convertidor de energía eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 14 o 15, en el que los medios de control están dispuestos para operar alternativamente los medios de calentamiento y los medios de control climático como medios de deshumidificación en ciclos repetidos.

20 17. Un procedimiento para deshumidificar una o más áreas de un convertidor de energía eólica que comprende las etapas de:

generar un flujo de aire a través de una o más áreas del convertidor de energía eólica,

calentar el aire en el flujo de aire, calentando así la una o más áreas del convertidor de energía eólica,

25 refrigerar el aire calentado en el flujo de aire proporcionando un flujo de líquido refrigerante en un conducto de un dispositivo de refrigeración, provocando así que la humedad en el aire se condense en agua en el dispositivo de refrigeración, y

drenar el agua condensada del dispositivo de refrigeración del convertidor de energía eólica.

18. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 17, en el que el aire en el flujo de aire es calentado hasta una temperatura predefinida antes de que dicho aire sea refrigerado.

30 19. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 17 o 18, en el que las etapas de calentar el aire, refrigerar el aire y drenar el agua condensada se repiten hasta que se alcanza un nivel bajo satisfactorio de humedad en el aire.

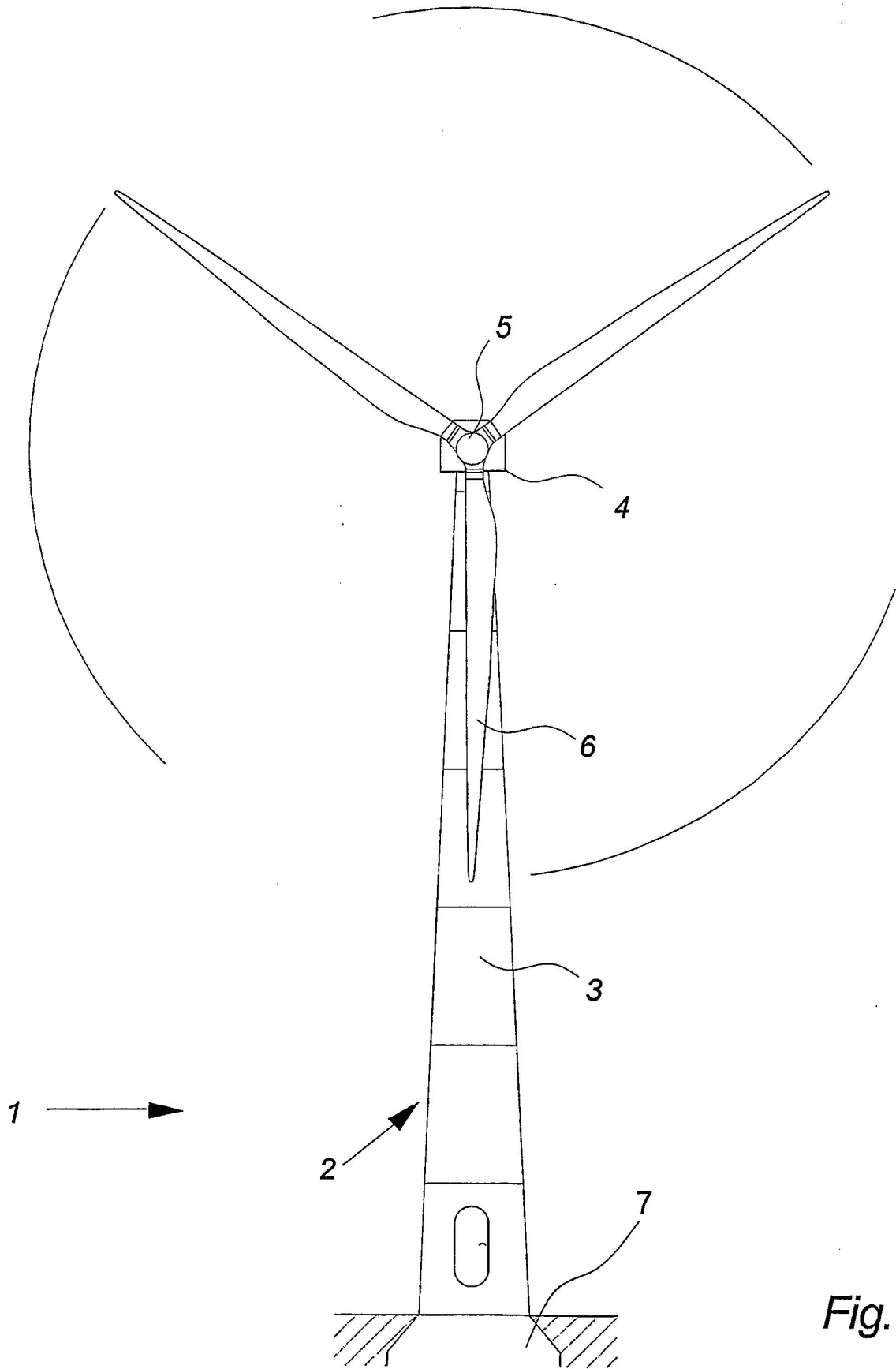


Fig. 1

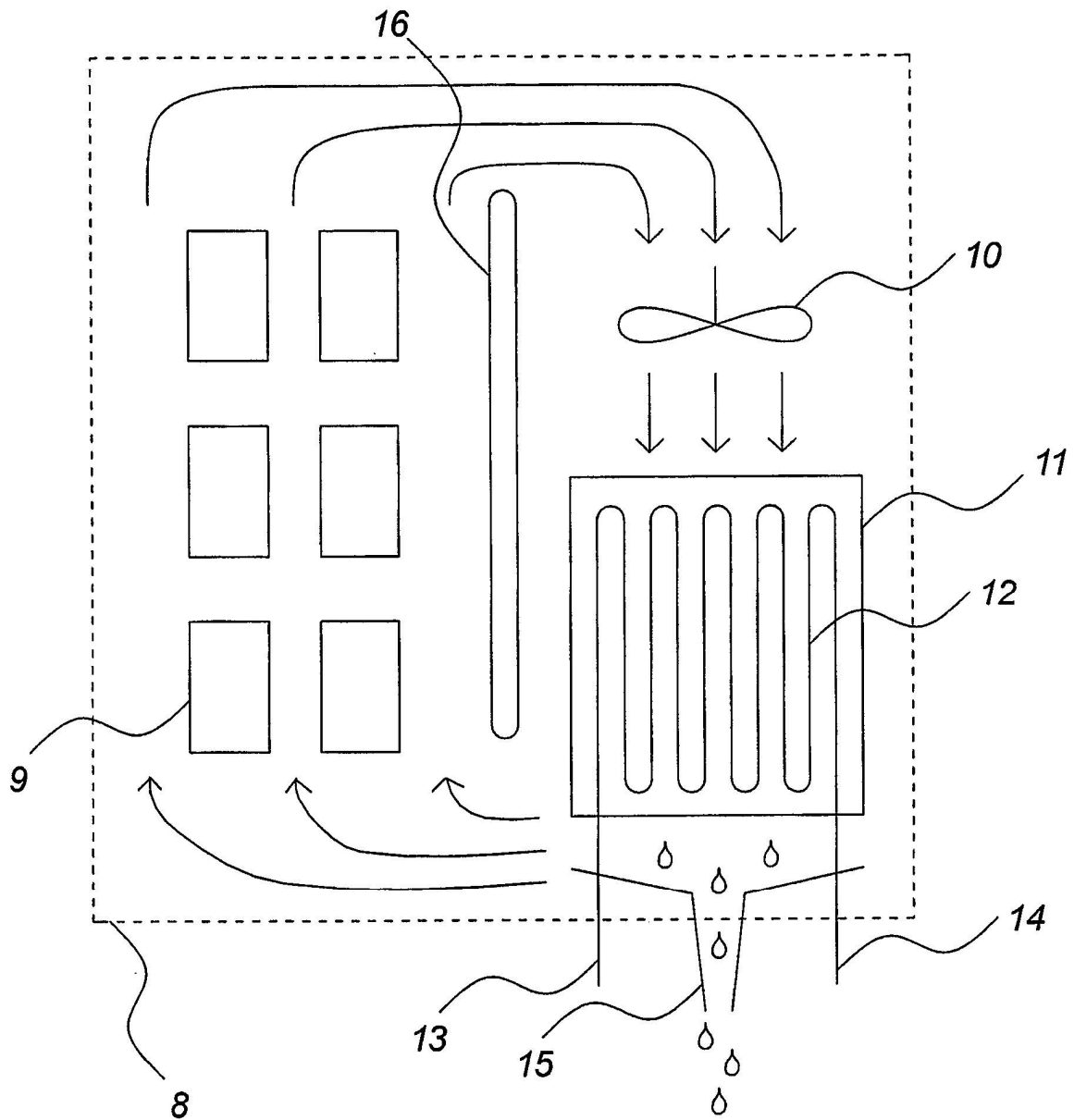
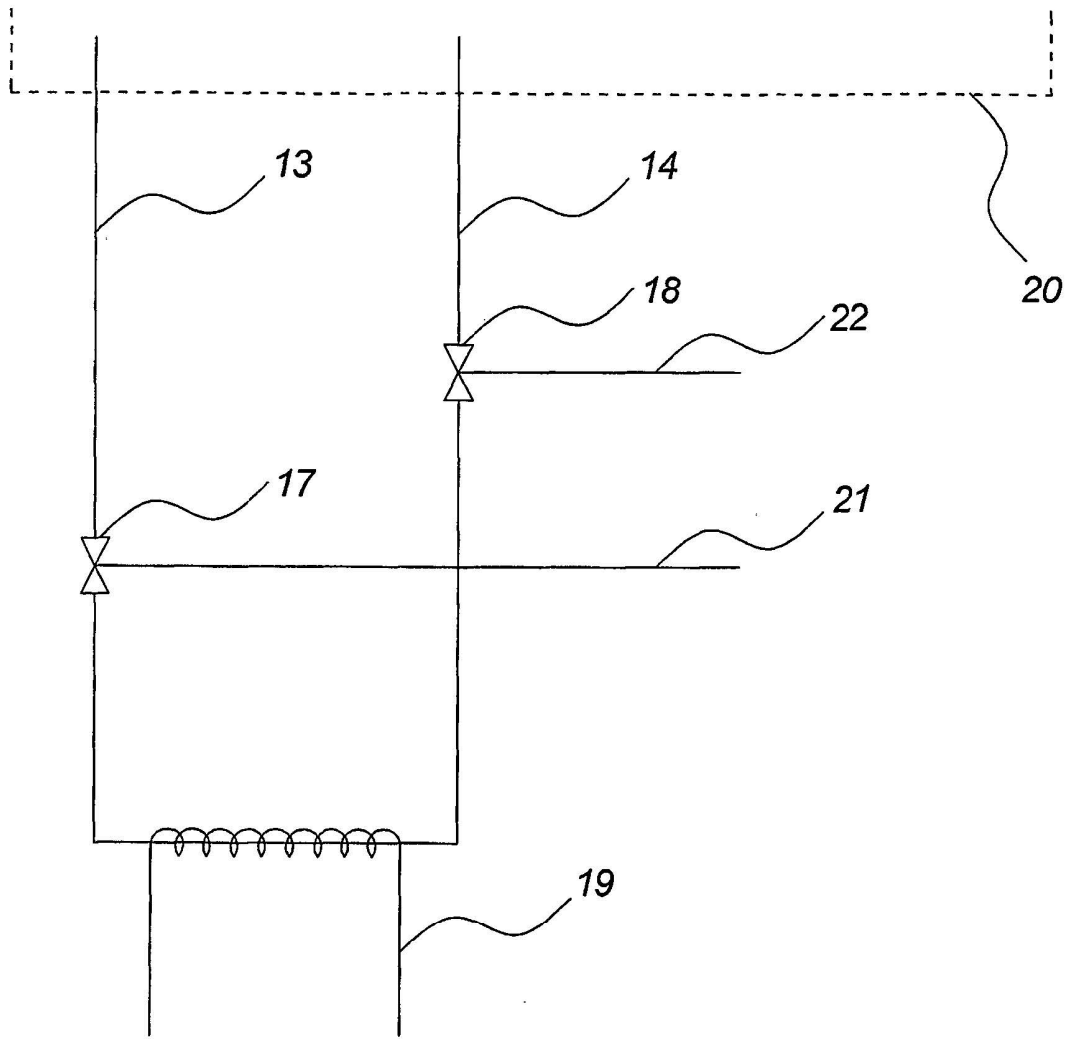


Fig. 2



*Fig. 3*

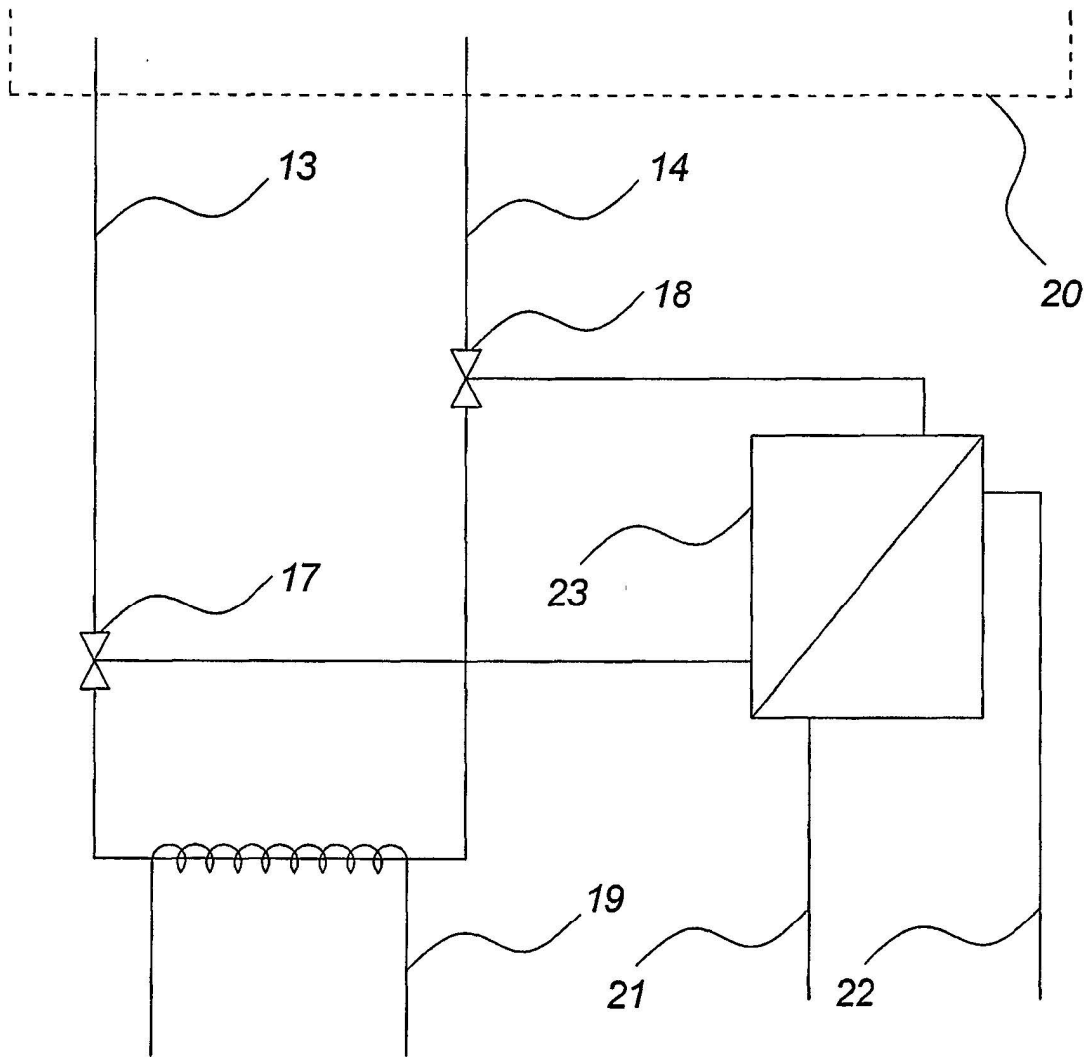
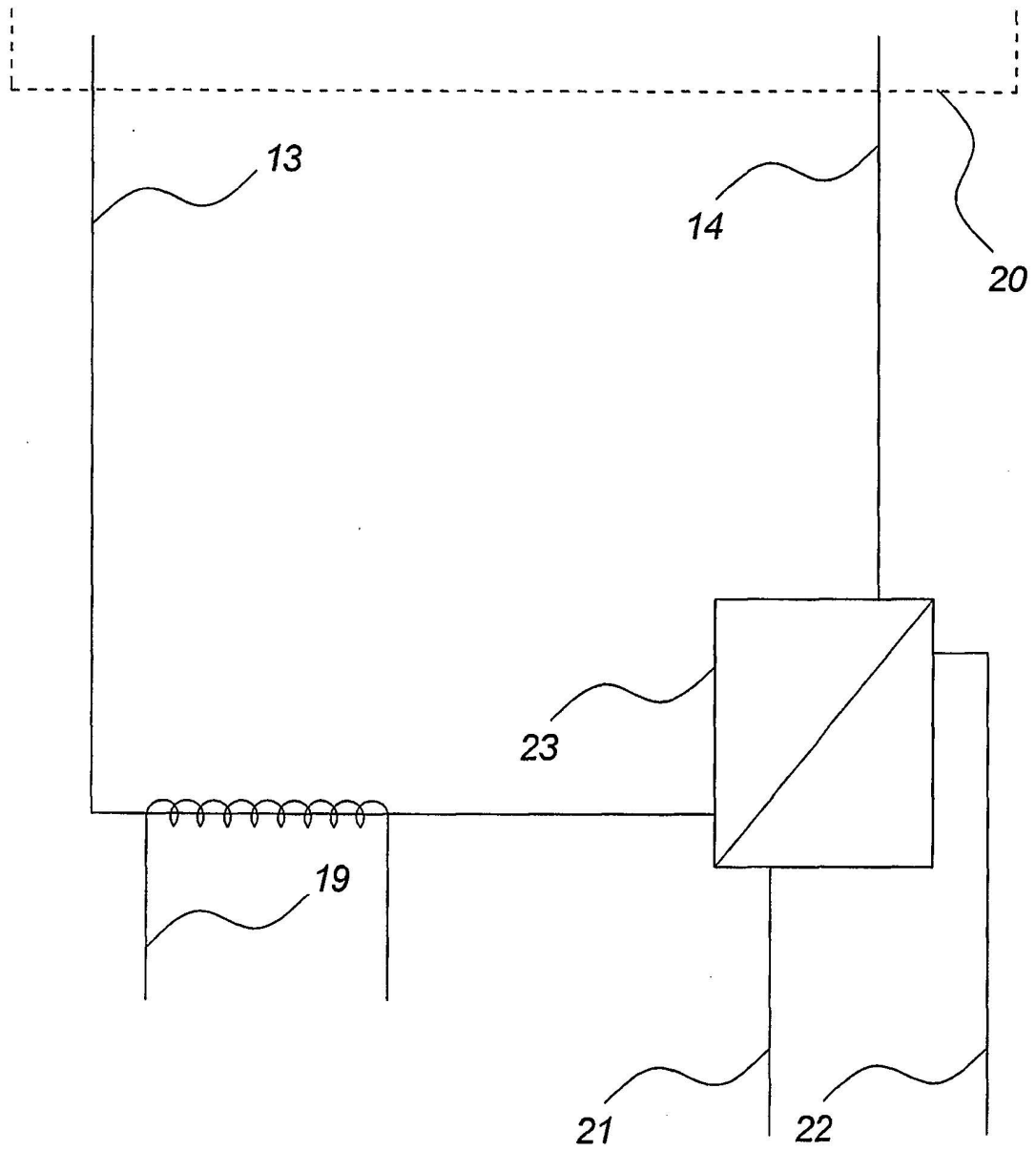
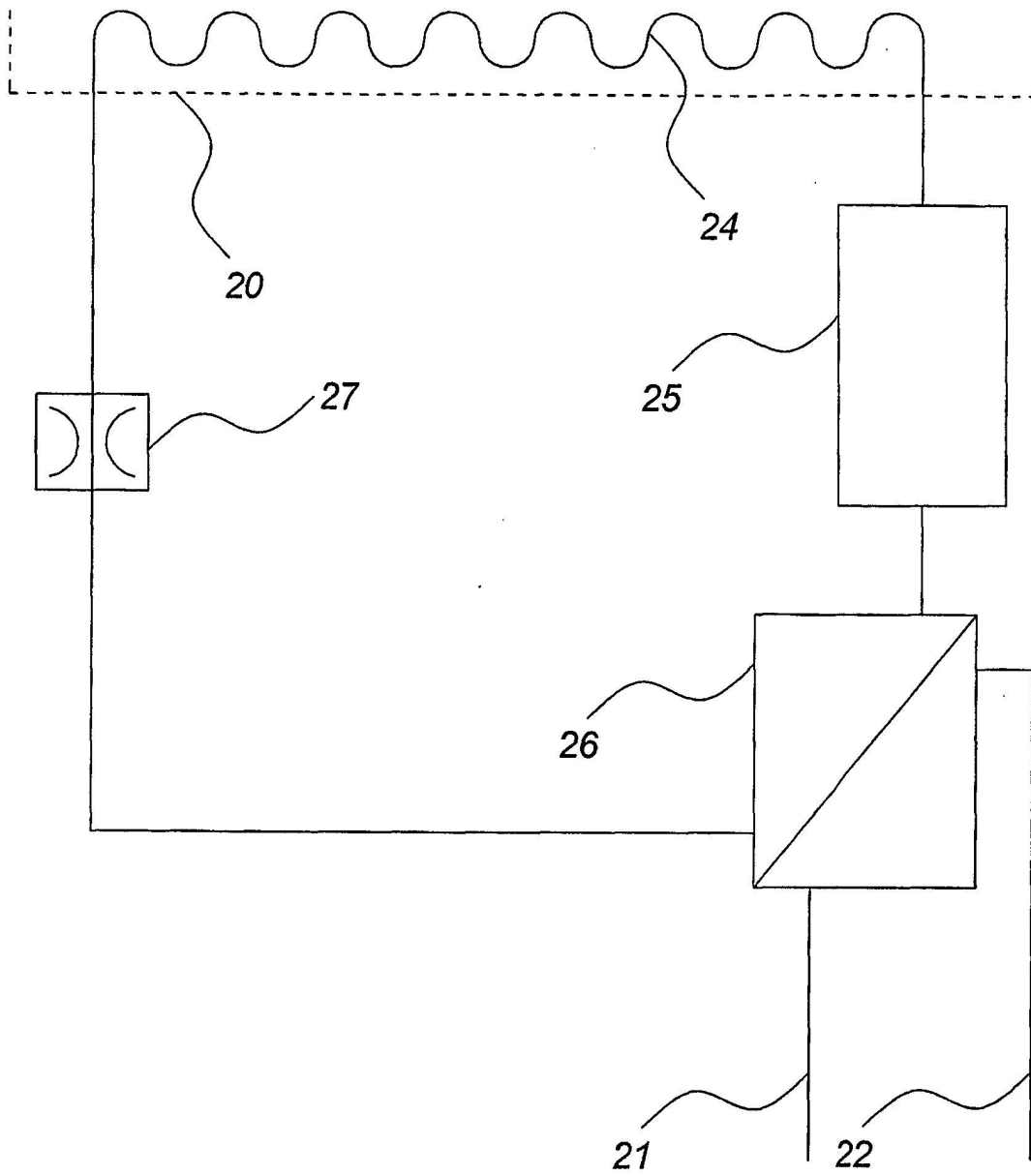


Fig. 4





*Fig. 5*



*Fig. 6*

