

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 711 277**

51 Int. Cl.:

F03D 80/60 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.08.2012 E 12006146 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2018 EP 2565446**

54 Título: **Sistema de control climático energéticamente eficiente para una turbina eólica marina**

30 Prioridad:

01.09.2011 US 201113223396

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

30.04.2019

73 Titular/es:

**ADWEN OFFSHORE, S.L. (100.0%)
Parque Tecnológico de Bizkaia, Edificio 208
48170 Zamudio, Bizkaia, ES**

72 Inventor/es:

SABHAPATHY, PERI

74 Agente/Representante:

PADIAL MARTÍNEZ, Ana Belén

ES 2 711 277 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de control climático energéticamente eficiente para una turbina eólica marina

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere, en general, a un sistema de control climático energéticamente eficiente para una turbina eólica marina que está integrada con el sistema de refrigeración de componentes.

Técnica relacionada

- 10 Una turbina eólica convierte la energía cinética del viento en energía eléctrica a través de su rotor, tren de transmisión, generador eléctrico y convertidor. Un transformador eléctrico convierte la salida de bajo voltaje del convertidor en una salida de alto voltaje antes de que la salida se envíe a una subestación en un parque eólico. Una góndola de turbina eólica aloja estos componentes mecánicos y eléctricos, a saber, el tren de transmisión, el generador eléctrico, el convertidor y el transformador (que en general se encuentra en la góndola para reducir la pérdida de potencia debido a la transmisión eléctrica de bajo voltaje). La góndola de turbina eólica también aloja los componentes del sistema hidráulico necesarios para el cabeceo de las palas y la desviación de la góndola.

- 15 Estos componentes generan una cantidad significativa de calor mientras la turbina eólica está funcionando. Para su protección y su funcionamiento eficiente, el calor generado por estos componentes debe ser eliminado continuamente. Esto se hace típicamente haciendo circular un refrigerante, tal como una mezcla de etilenglicol y agua, a través de los intercambiadores de calor integrados en estos componentes. El refrigerante transporta entonces el calor de estos componentes y lo disipa en el aire ambiente con la ayuda de radiadores refrigerados por aire montados en el exterior de la góndola. El calor generado por el tren de transmisión, y el sistema hidráulico, se disipa en el refrigerante a través de intercambiadores de calor de líquido a líquido en el aceite lubricante y los colectores de fluido hidráulico, respectivamente. De este modo, el sistema de refrigeración de la turbina eólica ayuda a eliminar el calor generado por los componentes de la góndola.

- 25 Además de disipar el calor en el refrigerante, los componentes generadores de calor de la turbina eólica también disipan una cantidad significativa de calor de sus superficies exteriores en el aire dentro de la góndola. Además, componentes tales como el transformador disipan el calor principalmente en el aire circundante. Por lo tanto, el aire dentro de la góndola debe ser reemplazado continuamente por aire más fresco (un sistema de flujo de aire abierto) o refrigerado y recirculado (un sistema de flujo de aire cerrado).

- 30 En una turbina eólica con un sistema de flujo de aire abierto, el aire ambiente más frío en general entra a través de una o más entradas en la parte inferior de la góndola y fluye a través de la góndola, eliminando así el calor de las superficies exteriores de los componentes generadores de calor. El aire más caliente sale al exterior de la góndola a través de una o más salidas en la parte superior de la góndola. Los ventiladores, que suelen ubicarse en las entradas o en las salidas, y otros dispositivos de control de flujo de aire, como las palas, ayudan a regular el flujo de aire a través de la góndola y, por lo tanto, eliminan el calor de las superficies exteriores de los componentes generadores de calor.

- 35 En una turbina con un sistema de flujo de aire cerrado, el aire más caliente de la góndola se transporta al exterior de la góndola o a la parte inferior de la torre y se enfría a través de un intercambiador de calor de aire a aire o a través de un enfriador, y el aire más frío se hace circular de nuevo a través de la góndola. Los ventiladores o soplores y otros dispositivos de control de flujo ayudan a hacer circular el flujo de aire a través de la góndola. Por lo tanto, el sistema de control climático de la turbina eólica ayuda a enfriar los componentes generadores de calor de la turbina desde el exterior. Un sistema de flujo de aire abierto es típicamente más económico y más fácil de usar que un sistema de flujo de aire cerrado.

- 40 El documento EP2163761 divulga un sistema de control climático para una góndola de turbina eólica que comprende múltiples circuitos de refrigeración para llevar el calor generado por los componentes de la góndola al exterior. El documento WO2008092449 divulga un sistema de control climático que funciona como medio deshumidificador para separar y eliminar la humedad del aire en componentes de turbinas eólicas.

SUMARIO DE LA INVENCION

- 50 La humedad relativa del aire ambiente suele ser muy alta en un entorno marino. Esto puede plantear un problema importante para una turbina eólica marina refrigerada con un sistema de flujo de aire abierto ya que la tasa de corrosión de los equipos aumenta exponencialmente con un aumento de la humedad relativa del aire dentro de la

5 turbina. Esa es la razón por la que la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), que es el organismo internacional que establece las normas para las turbinas eólicas en todo el mundo, recomienda que la humedad relativa del aire dentro de una turbina eólica marina sea inferior al 70 %. La IEC también sugiere que este requisito para la humedad relativa del aire dentro de la turbina eólica podría cumplirse manteniendo el aire dentro de la turbina a una temperatura aproximadamente 5 °C más alta que la temperatura del aire ambiente.

10 La presente invención proporciona un sistema de control climático energéticamente eficiente para una turbina eólica marina que está integrada con el sistema de refrigeración de componentes. Es un sistema de flujo de aire abierto y utiliza el calor residual del sistema de refrigeración de componentes para calentar y, por lo tanto, disminuir la humedad relativa del aire que entra en la góndola. Esto no solo puede ayudar a cumplir con los requisitos de humedad relativa del aire dentro de la góndola según las normas de la IEC, sino que también puede ayudar a reducir el tamaño de los radiadores refrigerados por aire que disipan el calor del refrigerante en el aire ambiente.

15 En la presente invención, mientras la turbina eólica está funcionando, sus componentes principales, a saber, el tren de transmisión, el generador, el convertidor y el transformador, generan una cantidad significativa de calor. Este calor se elimina y se disipa en el aire ambiente, especialmente en turbinas eólicas grandes, tanto por la circulación de un refrigerante como una mezcla de etilenglicol y agua a través de los componentes como por el flujo de aire sobre estos componentes. La presente invención en un modo de realización proporciona, para una turbina eólica marina, un sistema de control climático energéticamente eficiente que está integrado con el sistema de refrigeración de componentes. El sistema de control climático es un sistema de flujo de aire abierto con suficiente flujo de aire a través de la góndola para eliminar el calor disipado de las superficies exteriores de los componentes generadores de calor. El sistema también utiliza el calor transportado por el refrigerante desde uno o más de estos componentes para calentar el aire antes de que el aire entre en la turbina.

20 Esto garantiza que la humedad relativa del aire en toda la góndola sea baja, lo cual minimiza significativamente la tasa de corrosión de los equipos dentro de la góndola. Esto también puede reducir el tamaño del radiador de ese circuito de refrigeración particular que disipa el calor del refrigerante en el aire ambiente, ya que parte del calor del refrigerante se usa para precalentar el aire que entra en la turbina. Por lo tanto, el sistema de control climático de turbina eólica de acuerdo con un modo de realización de la presente invención puede funcionar de una manera más energéticamente eficiente, al tiempo que minimiza significativamente la tasa de corrosión de los equipos.

25 La presente invención de acuerdo con un modo de realización proporciona un sistema de control climático para una turbina eólica que tiene una góndola. El sistema de control climático incluye un circuito de refrigeración adaptado para transportar el calor generado por un componente de la góndola al exterior de la góndola. El sistema de control climático también incluye un sistema de flujo de aire adaptado para recibir un flujo de salida caliente de refrigerante desde el circuito de refrigeración, a través de una válvula de control de flujo variable, donde el sistema de flujo de aire suministra aire ambiente limpio a la góndola a una humedad relativa predeterminada. La válvula de control de flujo variable regula el caudal del refrigerante a través del sistema de flujo de aire para ajustar la humedad relativa del aire que entra en la góndola.

30 La presente invención de acuerdo con otro modo de realización proporciona un procedimiento de control climático para una turbina eólica que tiene una góndola. El procedimiento incluye las etapas de: recibir un flujo de salida caliente de refrigerante desde un circuito de refrigeración de un componente de la góndola; suministrar aire ambiente limpio a la góndola a una humedad relativa predeterminada; y regular el caudal del refrigerante para ajustarlo a la humedad relativa predeterminada.

35 La presente invención de acuerdo con un modo de realización proporciona un procedimiento de control climático para una turbina eólica que tiene una góndola. El procedimiento incluye las etapas de: eliminar el calor residual de los componentes de la góndola y disipar el calor residual en el aire ambiente haciendo circular un refrigerante a través de los componentes y mediante el flujo de aire sobre los componentes; y utilizar el calor residual para calentar y, por lo tanto, disminuir la humedad relativa del aire que entra en la góndola.

40 La presente invención de acuerdo con otro modo de realización proporciona un sistema de control climático para una turbina eólica que tiene una góndola. El sistema de control climático incluye una pluralidad de circuitos de refrigeración adaptados para transportar el calor generado por los componentes de la góndola al exterior de la góndola. El sistema de control climático también incluye un sistema de flujo de aire que comprende una unidad de tratamiento de aire que incluye un intercambiador de calor de líquido a aire adaptado para recibir un flujo de salida caliente de refrigerante desde el circuito de refrigerante conectado al tren de transmisión a través de una válvula de control de flujo variable, donde la unidad de tratamiento de aire suministra aire ambiente limpio a la góndola a una humedad relativa especificada. La válvula de control de flujo variable regula el caudal del refrigerante a través del intercambiador de calor, ajustando así la temperatura del aire que entra en la góndola y, por lo tanto, la cantidad de precalentamiento del aire que entra en la góndola y la humedad relativa.

La presente invención de acuerdo con otro modo de realización proporciona un sistema de control climático para una turbina eólica que tiene una góndola y una torre. Una pluralidad de circuitos de refrigeración está adaptada para transportar el calor generado por los componentes de la góndola al exterior de la góndola. Un primer conducto está unido a la torre, y un segundo conducto es coaxial con el primer conducto y está unido a la góndola. Una interfaz tiene un cojinete cilíndrico y está ubicada entre los conductos, estando adaptada la interfaz para permitir que el segundo conducto gire libremente alrededor del primer conducto, donde los ejes de los conductos coinciden con el eje de desviación de la góndola. El sistema de control climático también incluye un sistema de flujo de aire que comprende una unidad de tratamiento de aire y un intercambiador de calor de líquido a aire. La unidad de tratamiento de aire está ubicada en una parte inferior de la torre y está adaptada para recibir aire ambiente y suministrar el aire ambiente a través del primer conducto y el segundo conducto al intercambiador de calor de líquido a aire. En el intercambiador de calor, el aire es precalentado por el flujo de refrigerante caliente del circuito de refrigeración conectado al tren de transmisión a través de una válvula de control hidráulica, donde el intercambiador de calor suministra aire ambiente limpio a la góndola a una humedad relativa especificada. La válvula de control hidráulico regula el caudal del refrigerante a través del intercambiador de calor, ajustando así la temperatura del aire que entra en la góndola y, por lo tanto, la cantidad de precalentamiento del aire que entra en la góndola y la humedad relativa.

Otras características y ventajas de la presente invención, así como la estructura y el funcionamiento de varios modos de realización de la presente invención, se describen en detalle a continuación con referencia a los dibujos adjuntos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las características y ventajas de la presente invención se entenderán más fácilmente a partir de una descripción detallada de los modos de realización a modo de ejemplo tomados junto con las siguientes figuras:

La Fig. 1 muestra un esquema del sistema de control climático de una turbina eólica marina junto con el sistema de refrigeración que no es parte de la presente invención.

La Fig. 2 muestra un esquema de un segundo modo de realización de un sistema de control climático de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 3 muestra un esquema de un tercer modo de realización de un sistema de control climático que no es parte de la presente invención.

La Fig. 4 muestra un esquema de un cuarto modo de realización de un sistema de control climático que no es parte de la presente invención.

La Fig. 5 muestra un sistema de flujo de aire complementario que no es parte de la presente invención.

La invención se describirá a continuación en relación con ciertos modos de realización a modo de ejemplo; sin embargo, debe quedar claro para los expertos en la materia que pueden realizarse diversas modificaciones, adiciones y omisiones sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE MODOS DE REALIZACIÓN PREFERENTES

El sistema de control climático para una turbina eólica marina de acuerdo con la presente invención cumple principalmente dos funciones. La primera es mantener la temperatura del aire dentro de la turbina eólica por debajo de un límite específico y así ayudar a minimizar los fallos térmicos de los componentes de la turbina. La segunda es mantener la humedad relativa del aire dentro de la turbina por debajo de un valor específico (por ejemplo, el 70 % según las normas IEC) y así ayudar a minimizar la tasa de corrosión de los componentes de la turbina.

Como se indicó anteriormente, mientras una turbina eólica está funcionando, las superficies exteriores de una pluralidad de componentes de turbina eólica dentro de la góndola disipan una cantidad significativa de calor en el aire circundante dentro de la góndola. La góndola está compuesta típicamente por fibra de vidrio y, por lo tanto, la pérdida de calor desde las paredes exteriores de la góndola al aire ambiente es baja. Por lo tanto, para una turbina eólica marina refrigerada con un sistema de flujo de aire abierto, el requisito de la humedad relativa del aire dentro de la góndola se puede cumplir típicamente al garantizar que el aire que entra en la góndola sea al menos 5 °C más cálido que el aire ambiente. A medida que el aire fluye a través de la góndola, debido a la disipación de calor de varios componentes dentro de la góndola, la temperatura del aire aumenta continuamente y, por lo tanto, su humedad relativa disminuye. El aire más caliente finalmente sale de la góndola a través de una o más salidas de la góndola.

La Fig. 1 muestra un esquema del sistema de control climático de una turbina eólica marina junto con el sistema de refrigeración que no es parte de la presente invención. La turbina eólica marina consta de una torre 2, una góndola 4 y un rotor 6 con palas 8. En la configuración mostrada en la Fig. 1, el sistema de refrigeración comprende circuitos de refrigeración 10, 20, 30 y 40 que transportan el calor generado por el tren de transmisión 12, el generador 22, el sistema hidráulico 32 y el convertidor 42, respectivamente, al exterior de la góndola, y disipan el calor en el aire ambiente a través de radiadores refrigerados con aire 14, 24, 34 y 44, respectivamente. Bombas 16, 26, 36 y 46 hacen circular el refrigerante en los circuitos de refrigeración 10, 20, 30 y 40, respectivamente.

El sistema de control climático tiene una unidad de tratamiento de aire 60 en la parte inferior delantera de la góndola que ayuda a suministrar aire ambiental limpio a la góndola 4 a una humedad relativa que puede estar muy por debajo del 70 %. Esto se logra mediante los componentes de la unidad de tratamiento de aire 60, a saber, la entrada de aire 61, el filtro de aire 62, el ventilador 64 y el intercambiador de calor de líquido a aire 66. El intercambiador de calor 66 está conectado al flujo de salida caliente de refrigerante del tren de transmisión 12 en el circuito de refrigeración de tren de transmisión 10 por medio de la válvula de control de flujo variable 70 a través de los tubos de flujo de refrigerante 72 y 74. La válvula 70 controla el caudal de refrigerante a través del intercambiador de calor 66 y, por lo tanto, la cantidad de precalentamiento del aire que entra en la góndola 4. Por lo tanto, el sistema de control climático está conectado al sistema de refrigeración a través del intercambiador de calor 66. Aunque la entrada de aire 61 en la unidad de tratamiento de aire 60 se muestra apuntando hacia abajo de la góndola 4 en la Fig. 1, la entrada de aire 61 también puede dirigirse hacia el viento para aprovechar la presión dinámica del viento.

Cuando la turbina está en funcionamiento, el sistema de control climático funciona de la siguiente manera. La presión dinámica del viento y el ventilador 64 hacen pasar el aire ambiente a través de la entrada de aire 61. El filtro 62 ayuda a eliminar las gotas de agua en el aire, el polvo y las partículas de sal. El refrigerante que fluye a través del intercambiador de calor de líquido a aire 66 precalienta el aire limpio que sale del filtro 62 antes de que el aire entre en la góndola 4. Regulando el flujo de refrigerante a través del intercambiador de calor 66 puede ajustarse la temperatura del aire que entra en la góndola 4 y, por lo tanto, la humedad relativa del aire que entra en la góndola 4. Si el aire ambiente tiene una humedad relativa alta, el caudal de refrigerante a través del intercambiador de calor 66 se ajustará para que sea alto de modo que el aire que entra en la góndola 4 tenga una humedad relativa baja. Si el aire ambiente tiene una humedad relativa baja, se permitirá que el caudal de refrigerante a través del intercambiador de calor 66 sea bajo.

Una vez dentro de la góndola 4, el aire fluye sobre el tren de transmisión 12, el generador 22, los componentes del sistema hidráulico 32, el convertidor 42 y el transformador 52, y de ese modo se elimina el calor de las superficies exteriores de estos componentes. Finalmente, el aire caliente sale de la góndola 4 a través de la salida 68. El flujo de aire y su distribución dentro de la góndola 4 pueden ajustarse mediante dispositivos de distribución de flujo adicionales y ventiladores (no mostrados) dentro de la góndola 4. La góndola 4 está compuesta típicamente por fibra de vidrio y está bien sellada. Dado que la pérdida de calor desde las superficies exteriores de la góndola 4 al aire ambiente y al entorno es bastante baja, y el calor se agrega continuamente al aire dentro de la góndola 4, la temperatura del aire aumenta continuamente a medida que el aire fluye desde la entrada 61 a la salida 68. Como resultado, la humedad relativa del aire dentro de la góndola 4 está por debajo de la humedad relativa del aire que entra en la góndola 4 y, por lo tanto, el sistema de control climático ayuda a minimizar la tasa de corrosión de los componentes dentro de la góndola 4. Una ventaja adicional de utilizar el calor residual del circuito de refrigeración de tren de transmisión 10 para calentar el aire que entra en la turbina es que puede reducir el tamaño del radiador 14, aunque sea ligeramente.

En la configuración del sistema de control climático y de refrigeración que se muestra en la Fig. 1, en condiciones normales de funcionamiento de la turbina, no hay mucho flujo de aire dentro o fuera de la torre 2, y por lo tanto está estancado. Por lo tanto, la humedad relativa del aire dentro de la torre 2 se puede mantener baja fácilmente mediante el uso de un deshumidificador pequeño 100 disponible en el mercado. Este deshumidificador está encendido solamente cuando la humedad relativa del aire dentro de la torre aumenta por encima del límite especificado.

La Fig. 2 muestra un esquema de un segundo modo de realización del sistema de control climático de acuerdo con la presente invención, que tiene dos sistemas de flujo de aire a través de la góndola 4. En este caso, una pared 80 entre el convertidor 42 y el transformador 52 separa la góndola 4 en dos secciones. El primer sistema de flujo de aire comprende una unidad de tratamiento de aire 60a con sus componentes, a saber, la entrada de aire 61a, el filtro 62a, el ventilador 64a, el intercambiador de calor de líquido a aire 66a y la salida de aire 68a. Este sistema de flujo de aire es similar al descrito anteriormente en la Fig. 1, excepto que el aire sale de la góndola 4 a través de la salida 68a inmediatamente después de que fluya sobre el convertidor 42. El intercambiador de calor 66a está conectado al flujo de salida de refrigerante del tren de transmisión por medio de la válvula de control de flujo 70a en el circuito de refrigeración 10 a través de los tubos 72a y 74a.

Como se analizó anteriormente, la humedad relativa del aire que entra en la góndola a través de la unidad de tratamiento de aire 60a puede disminuirse regulando el flujo de refrigerante a través del intercambiador de calor 66a. Por lo tanto, el primer sistema de flujo de aire ayuda a mantener la humedad relativa del aire dentro de la sección de la góndola 4 que aloja el tren de transmisión 12, el generador 22, el sistema hidráulico 32 y el convertidor 42. El segundo sistema de flujo de aire comprende la unidad de tratamiento de aire 60b ubicada debajo del transformador 52. La unidad 60b consiste a su vez en la entrada de aire 61b, el filtro 62b, el ventilador 64b y el intercambiador de calor de líquido a aire 66b. La salida de aire 68b está en la parte superior trasera de la góndola, sobre el transformador. El intercambiador de calor de líquido a aire 66b está conectado al flujo de salida de refrigerante caliente del convertidor 42 a través de los tubos 72b y 74b por medio de la válvula de control hidráulico 70b. La válvula 70b regula el flujo de refrigerante a través del intercambiador de calor 66b y, por lo tanto, garantiza que la humedad relativa del aire que entra en la sección del transformador esté por debajo del límite permitido. A medida que el aire fluye sobre el transformador, elimina el calor de las superficies exteriores del transformador 52. El aire caliente finalmente sale de la sección del transformador de la góndola 4 a través de la salida 68b. Por lo tanto, el segundo sistema de flujo de aire ayuda a mantener la temperatura y la humedad relativa del aire en la sección de transformador 52 de la góndola 4. Como se analizó anteriormente, la humedad relativa del aire mayormente estancado dentro de la torre 2 puede controlarse fácilmente usando un pequeño deshumidificador 100 disponible en el mercado.

La Fig. 3 muestra un esquema de un tercer modo de realización que no es parte de la presente invención del sistema de control climático con dos sistemas de flujo de aire a través de la turbina. Como en el segundo modo de realización, una pared 80 entre el convertidor 42 y el transformador 52 separa la góndola 4 en dos secciones. En esta configuración, una unidad de tratamiento de aire 60c está ubicada debajo del convertidor 42 y el transformador 52. La unidad de tratamiento de aire 60c junto con sus componentes, a saber, la entrada de aire 61c, el filtro 62c, el ventilador 64c y el intercambiador de calor de líquido a aire 66c suministran aire limpio y de baja humedad relativa a ambos sistemas de flujo de aire. El intercambiador de calor 66c está conectado al flujo de salida de refrigerante caliente del convertidor 42 por medio de la válvula hidráulica 70b a través de los tubos 72b y 74b. Como se analizó anteriormente, el flujo de refrigerante caliente a través del intercambiador de calor 66c puede garantizar que la humedad relativa del aire que entra en la turbina esté por debajo del límite permitido.

Como en la Fig. 2, en el segundo sistema de flujo de aire, el aire caliente de la sección de transformador 52 sale a través de la salida 68b en la parte superior trasera de la góndola, por encima del área de transformador. En el primer sistema de flujo de aire, el aire fluye sobre los componentes principales de generación de calor restantes de la turbina, a saber, el convertidor 42, los componentes del sistema hidráulico 32, el generador 22 y el tren de transmisión 12. El aire más caliente fluye después hacia abajo de la torre 2 y sale a través de la salida 68c en la parte inferior de la torre. Una ventaja importante de esta configuración de flujo de aire es que el aire caliente que fluye hacia abajo por la torre 2 mantiene la humedad relativa del aire dentro de la torre 2 por debajo del límite aceptable mientras la turbina está en funcionamiento. No se necesita ningún deshumidificador adicional en el área de la torre. Por lo tanto, el primer sistema de flujo de aire ayuda a mantener la humedad relativa del aire dentro de la sección de la góndola 4 que aloja el tren de transmisión 12, el generador 22, el sistema hidráulico 32, el convertidor 42 y el aire dentro de la torre 2. El segundo sistema de flujo de aire ayuda a mantener la temperatura y la humedad relativa del aire en el área de transformador de la góndola 4.

La Fig. 4 muestra un esquema de un cuarto modo de realización del sistema de control climático que no es parte de la presente invención. Este modo de realización es similar al primer modo de realización, excepto que la unidad de tratamiento de aire 60d está en la parte inferior de la torre 2. El aire ambiente entra en la unidad de tratamiento de aire 60d a través de la entrada 61d. El filtro de aire 62d elimina las gotas de agua, las partículas de sal y el polvo. El aire limpio entra entonces en la torre a través de la entrada 90. El ventilador 64d ayuda a hacer pasar el flujo de aire a través del conducto 92 hasta la góndola inferior 4. Después, el aire fluye a través del conducto 94 que es coaxial con el conducto 92. El inserto en la Fig. 4 muestra los detalles de la interfaz entre el conducto 94 y el conducto 92 (por supuesto, esto es solo un ejemplo de la interfaz, y la presente invención no se limita a los detalles mostrados). Los ejes del conducto 94 y el conducto 92 coinciden con el eje de desviación de la góndola. El conducto 92 y el conducto 94 están unidos a la torre 2 y a la góndola 4, respectivamente. A medida que la góndola se desvía para dirigir las palas hacia la dirección del viento, el conducto 94 gira libremente alrededor del conducto 92 con la ayuda del cojinete cilíndrico 96.

Desde el conducto 94, el aire fluye a través de un intercambiador de calor de líquido a aire 66d donde es precalentado por el flujo de refrigerante caliente del circuito de refrigeración de tren de transmisión 10. El intercambiador de calor 66d está conectado al flujo de salida caliente del refrigerante del tren de transmisión 12 en el circuito de refrigeración de tren de transmisión 10 por medio de la válvula de control hidráulica 70 a través de los tubos de flujo de refrigerante 72 y 74. La válvula 70 controla el caudal de refrigerante a través del intercambiador de calor 66d. Como antes, la válvula 70 controla el caudal de refrigerante a través del intercambiador de calor 66d y, por lo tanto, la cantidad de precalentamiento y, de ese modo, la humedad relativa del aire que sale del

intercambiador de calor 66d. Después, el aire fluye a través de la góndola 4, eliminando así el calor disipado por las superficies exteriores del tren de transmisión 12, el generador 22, el sistema hidráulico 32, el convertidor 42 y el transformador 52. El aire caliente sale finalmente de la góndola 4 a través de la salida 68 en la parte superior trasera de la góndola. El flujo de aire y su distribución dentro de la góndola 4 pueden ajustarse mediante dispositivos de distribución de flujo adicionales y ventiladores (no mostrados) dentro de la góndola 4.

Es importante asegurarse de que la humedad relativa del aire dentro de la turbina eólica marina esté siempre por debajo del límite especificado para minimizar la tasa de corrosión de los componentes incluso cuando la turbina no esté funcionando. Cuando la turbina se apaga, no hay calor residual disponible en los componentes generadores de potencia. Como resultado, el aire dentro de la turbina puede enfriarse si la temperatura del aire ambiente disminuye, especialmente durante las noches frías. Por lo tanto, la humedad relativa del aire dentro de la turbina puede aumentar y, por lo tanto, aumentar la tasa de corrosión de los equipos. Un sistema de flujo de aire complementario, un modo de realización del cual se muestra en la Fig. 5, que no es parte de la invención, se puede usar para reducir la humedad relativa del aire dentro de la turbina y así ayudar a disminuir la tasa de corrosión de los equipos durante el apagado de la turbina. El sistema de flujo de aire complementario se muestra en la Fig. 5 junto con el sistema de control climático mostrado en la Fig. 1. Como se indicó anteriormente, la humedad relativa del aire mayormente estancado dentro de la torre 2 puede controlarse fácilmente usando un pequeño deshumidificador 100 disponible en el mercado.

Dado que la turbina está en modo de apagado, la unidad de tratamiento de aire 60, y, en particular, la entrada de aire 61, está cerrada y, por lo tanto, no entra aire en la góndola 4 a través de esta entrada 61. El sistema de flujo de aire complementario comprende una unidad de tratamiento de aire 200 que incluye la entrada de aire 201, el filtro de aire 202, el ventilador 204, el calentador complementario 206 en la parte inferior de la torre 2 y la salida de aire 68 en la parte superior trasera de la góndola. El aire limpio a la humedad relativa especificada entra en la turbina en la parte inferior de la torre a través de la entrada 210. Al igual que en las configuraciones de flujo de aire anteriores, las gotas de agua en el aire y las partículas de sal se eliminan, y el aire limpio es calentado por el calentador auxiliar 206 para disminuir la humedad relativa del aire antes de que el aire entre en la turbina en la parte inferior de la torre. La energía térmica del calentador auxiliar podría provenir de una fuente de energía eléctrica o de otros medios, por ejemplo, quemando un combustible fósil. Después, el aire fluye hacia arriba de la torre 2, a través de la góndola 4, y sale a través de la salida de aire 68. Por lo tanto, el sistema de flujo de aire complementario puede garantizar que la humedad relativa del aire dentro de la torre y la góndola 4 esté por debajo del valor especificado cuando la turbina esté en modo de apagado.

Otra opción para mantener la humedad relativa del aire tanto dentro de la góndola 4 como en el interior de la torre 2, cuando se apaga la turbina, es usar un deshumidificador disponible en el mercado. Este deshumidificador disponible en el mercado fue parte de los modos de realización propuestos del sistema de control climático mostrado en las Fig. 1, 2 y 4, y sirve para mantener la humedad relativa del aire en la sección de la torre. En este caso, las entradas y salidas de aire de la turbina están cerradas y el aire de la góndola 4 circula a través de la sección de la torre, de modo que su humedad relativa puede ser reducida mediante el deshumidificador.

Se observa que el control climático de la turbina y los sistemas de flujo de refrigerante que se muestran en las Fig. 1 a 5 son solo ejemplos para ilustrar la idea detrás de la invención de utilizar el calor residual para cumplir con los requisitos de flujo de aire y de humedad relativa del aire de la turbina y así minimizar la tasa de corrosión de los equipos. La presente invención, por supuesto, no se limita a esto, y existen muchas otras posibilidades de combinar el flujo de aire y las configuraciones de flujo de refrigerante para lograr los objetivos deseados de eliminar el calor de los componentes de la turbina que disipan el calor y mantener la temperatura y la humedad relativa del aire dentro de la turbina por debajo de los valores especificados. Entre las posibilidades adicionales se incluyen, pero no están limitadas a, combinar uno o más de los circuitos de refrigeración de la Fig. 1-4 (por ejemplo, combinar los circuitos de refrigeración 10 y 20) o tener más entradas y salidas de aire, o calentar el aire de entrada con el refrigerante caliente de un circuito de refrigeración diferente (por ejemplo, el aire de entrada puede ser calentado por el refrigerante del circuito de refrigeración de generador 20 en lugar del circuito de refrigeración de tren de transmisión 10 como se muestra en la Fig. 1). También se puede instalar un calentador de agua eléctrico a lo largo del tubo de entrada 72 en la Fig. 1 para ayudar a precalentar el aire que entra en la góndola 4 cuando el flujo de salida de refrigerante del tren de transmisión 12 no está lo suficientemente caliente. Esto podría suceder justo después de un arranque en frío de la turbina.

Si bien el sistema de refrigeración de turbina eólica y de control climático de la presente invención se ha descrito en el presente documento orientado a una instalación marina, también se puede utilizar en una instalación en tierra. En una instalación de turbina en tierra, la humedad relativa del aire ambiente suele ser baja. Por lo tanto, la corrosión de los componentes debido a la humedad no suele ser un problema cuando se usa un sistema de flujo de aire abierto para eliminar el calor de las superficies exteriores de los componentes dentro de la turbina. Sin embargo, si la turbina está ubicada en tierra pero, por ejemplo, cerca del mar (o de una gran masa de agua, como un gran lago), la

5 humedad relativa del aire ambiente puede ser alta, y la corrosión debida a la humedad tiende a convertirse en un problema cuando se utiliza un sistema de flujo de aire abierto para enfriar las superficies exteriores de los componentes dentro de la turbina. El sistema de control climático de la presente invención puede usarse en estas turbinas. En una instalación marina, la humedad relativa del aire ambiente suele ser alta. Además, la concentración de sal en el aire también es típicamente alta. Por lo tanto, la corrosión debida a la humedad puede ser un problema importante cuando se utiliza un flujo de aire abierto para refrigerar las superficies exteriores de los componentes dentro de la turbina. Por lo tanto, existe la necesidad de reducir la humedad relativa del aire que entra en la turbina.

10 Aunque diversos modos de realización de la presente invención se han descrito anteriormente, debe entenderse que se han presentado a modo de ejemplo y no de limitación. Por lo tanto, la presente invención no debe limitarse mediante ningún modo de realización a modo de ejemplo descrito anteriormente, sino que debe definirse únicamente de acuerdo con las siguientes reivindicaciones.

15 Además, debe entenderse que las figuras ilustradas en los anexos, que resaltan la funcionalidad y las ventajas de la presente invención, se presentan solo a modo de ejemplo. La arquitectura de la presente invención es suficientemente flexible y configurable, de manera que puede ser utilizada (y aplicada) de formas distintas a la mostrada en las figuras adjuntas.

20 Además, el propósito del resumen anterior es permitir que la Oficina de Patentes y Marcas de los EE. UU. y el público en general, y especialmente los científicos, ingenieros y expertos en la técnica que no estén familiarizados con los términos o la fraseología de patentes o de carácter legal, puedan determinar rápidamente, a partir de una inspección superficial, la naturaleza y esencia de la divulgación técnica de la aplicación. El resumen no pretende ser limitativo de ninguna manera en lo que respecta al alcance de la presente invención. También debe entenderse que las etapas y procesos citados en las reivindicaciones no necesitan realizarse en el orden presentado.

Habiendo descrito la invención, lo que se reivindica como nuevo y asegurado por el documento de patente es:

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de control climático para una turbina eólica que tiene una góndola (4) y una torre (2), que comprende:
- 5 una pluralidad de circuitos de refrigeración (10, 20, 30, 40) adaptados para transportar el calor generado por los componentes (12, 22, 32, 42) de la góndola (4) al exterior de la góndola (2), incluyendo los componentes (12, 22, 32, 42) un tren de transmisión (12), un generador (22), un sistema hidráulico (32), un convertidor (42) y un transformador (52),
- 10 un sistema de flujo de aire que comprende una unidad de tratamiento de aire (60a, 60d) que incluye un intercambiador de calor de líquido a aire (66a, 66d) adaptado para recibir un flujo de salida caliente de refrigerante desde el circuito de refrigeración (10) conectado al tren de transmisión (12) a través de una válvula de control de flujo variable (16), suministrando la unidad de tratamiento de aire (60a, 60d) aire ambiente limpio a la góndola (4) a una humedad relativa especificada,
- 15 en el que la válvula de control de flujo variable (16) regula el caudal del refrigerante a través del intercambiador de calor (66a, 66d), ajustando así la temperatura del aire que entra en la góndola (4) y, por lo tanto, la cantidad de precalentamiento del aire que entra en la góndola (4) y la humedad relativa, **caracterizado por que**
- 20 el sistema comprende además una pared (80) entre el convertidor (42) y el transformador (52), separando así la góndola (4) en una sección que aloja el tren de transmisión (12), el generador (22), el sistema hidráulico (32) y el convertidor (42), y una carcasa de sección que aloja el transformador (52),
- en el que el sistema de flujo de aire es un primer sistema de flujo de aire para mantener la humedad relativa del aire dentro de la sección de la góndola (4) que aloja el tren de transmisión (12), el generador (22), el sistema hidráulico (32) y el convertidor (42),
- 25 el sistema comprende además una salida de convertidor (68a) a través de la cual el aire sale de la góndola (4) inmediatamente después de que fluya sobre el convertidor (42);
- el sistema comprende además un segundo sistema de flujo de aire para mantener la humedad relativa de la sección de la góndola que aloja el transformador (52), comprendiendo el segundo sistema de flujo de aire:
- 30 una segunda unidad de tratamiento de aire (60b) ubicada debajo del transformador (52) y que incluye un segundo intercambiador de calor de líquido a aire (66b) adaptado para recibir un flujo de salida caliente de refrigerante desde el circuito de refrigeración (40) conectado al convertidor (42) a través de una válvula de control hidráulica adicional (70b), donde la segunda unidad de tratamiento de aire suministra aire ambiente limpio a la sección de transformador de la góndola (4) a una humedad relativa especificada,
- 35 en el que la válvula de control de flujo hidráulica adicional (70b) regula el caudal del refrigerante a través del segundo intercambiador de calor (66b), ajustando así la temperatura del aire que entra en la sección de transformador de la góndola (4) y, por lo tanto, la cantidad de precalentamiento del aire que entra en la sección de transformador de la góndola (4) y la humedad relativa.
2. El sistema según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de circuitos de refrigeración (10, 20, 30, 40) disipa el calor en el aire ambiente a través de una pluralidad de radiadores respectivos refrigerados con aire (14, 24, 34, 44).
3. El sistema según la reivindicación 1, que comprende además una pluralidad de bombas (16, 26, 36, 46) adaptadas para hacer circular refrigerante en la pluralidad de circuitos de refrigeración (10, 20, 30, 40), respectivamente.
- 40 4. El sistema según la reivindicación 1, en el que la unidad de tratamiento de aire comprende además:
- una entrada de aire (61a);
- un filtro de aire (62a, 62d) adaptado para eliminar las gotas de agua en el aire, el polvo y las partículas de sal del aire ambiente que se hace pasar a través de la entrada de aire (61a); y
- un ventilador (64a, 64d),
- 45 en el que

el aire ambiente se hace pasar a través de la entrada de aire (61a) mediante la presión del viento y el ventilador (64a, 64d) y después se suministra al intercambiador de calor (66a, 66d), y

el refrigerante que fluye a través del intercambiador de calor (66a, 66d) precalienta el aire limpio procedente del filtro (62a, 62d) antes de que el aire entre en la góndola (4).

- 5 **5.** El sistema según la reivindicación 1, en el que el aire suministrado a la góndola (4) desde la unidad de tratamiento de aire (60a, 60d) fluye sobre los componentes (10, 20, 30, 40) de la góndola (4), eliminando así el calor de las superficies exteriores de los componentes (10, 20, 30, 40) antes de salir de la góndola (4) a través de una salida (68a).
- 10 **6.** El sistema según la reivindicación 1, que comprende además un deshumidificador (100) adaptado para mantener la humedad relativa del aire dentro de la torre (2) de la turbina eólica, en el que el deshumidificador (100) se controla para que funcione solamente cuando la humedad relativa del aire dentro de la torre (2) aumenta por encima de un límite especificado.
- 7.** El sistema según la reivindicación 1, en el que la segunda unidad de tratamiento de aire comprende:
una segunda entrada de aire (61b);
- 15 un segundo filtro de aire (62b) adaptado para eliminar las gotas de agua en el aire, el polvo y las partículas de sal del aire ambiente que se hace pasar a través de la segunda entrada de aire (61b); y un segundo ventilador (64b),
en el que
el aire ambiente se hace pasar a través de la segunda entrada de aire (61b) mediante la presión del viento y el segundo ventilador (64b) y hacia el segundo intercambiador de calor (66b), y
- 20 el refrigerante que fluye a través del segundo intercambiador de calor (66b) precalienta el aire limpio procedente del filtro antes de que el aire entre en la sección de la góndola (4) que aloja el transformador (52).
- 8.** El sistema según la reivindicación 7, en el que el aire suministrado a la sección de transformador de la góndola (4) desde la segunda unidad de tratamiento de aire (60b) fluye sobre el transformador (52), eliminando así el calor de las superficies exteriores del transformador (52) antes de salir de la góndola (4) a través de una segunda salida (58b).
- 25 **9.** El sistema de control climático de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende además:
un primer conducto (92) unido a la torre (2);
un segundo conducto (94) coaxial con el primer conducto (92) y unido a la góndola (4);
- 30 una interfaz que tiene un cojinete cilíndrico (96) y ubicada entre los conductos (92, 94), estando adaptada la interfaz (96) para permitir que el segundo conducto (94) gire libremente alrededor del primer conducto (92), donde los ejes de los conductos (92, 94) coinciden con el eje de desviación de la góndola;
en el que la unidad de tratamiento de aire (60d) está ubicada en una parte inferior de la torre (2) y está adaptada para recibir aire ambiente y suministrar el aire ambiente a través del primer conducto (92) y el segundo conducto (94) al intercambiador de calor de líquido a aire (66d),
- 35 en el que en el intercambiador de calor (66d), el aire es precalentado por el flujo de refrigerante caliente del circuito de refrigeración (10) conectado al tren de transmisión (12) a través de la válvula de control hidráulica (16), suministrando el intercambiador de calor (66d) aire ambiente limpio a la góndola (4) a una humedad relativa especificada.
- 40 **10.** El sistema según la reivindicación 1, que comprende además un deshumidificador (100) adaptado para mantener la humedad relativa del aire dentro de la góndola (4) y la torre (2) de la turbina eólica cuando la turbina está apagada, en el que las entradas y salidas de la turbina están cerradas y el aire de la góndola (4) circula a través de la torre (2), de modo que el deshumidificador (100) reduce la humedad relativa del aire.
- 45 **11.** El sistema según la reivindicación 1, que comprende además un sistema de flujo de aire complementario para reducir la humedad relativa del aire dentro de la turbina durante el apagado de la turbina, comprendiendo el sistema de flujo de aire complementario:

una tercera unidad de tratamiento de aire (200) que incluye:

una entrada de aire (201) para recibir aire limpio a la humedad relativa especificada,

un filtro de aire (202),

un ventilador (204),

5 un calentador auxiliar (206) ubicado en una sección inferior de la torre (2) y adaptado para eliminar las gotas de agua en el aire y las partículas de sal y para calentar el aire limpio para reducir la humedad relativa del aire antes de que el aire entre en la turbina en la parte inferior de la torre,

en el que el aire fluye hacia arriba de la torre (2), a través de la góndola, y sale a través de una salida de aire (68) ubicada en una sección superior trasera de la góndola (4).

10

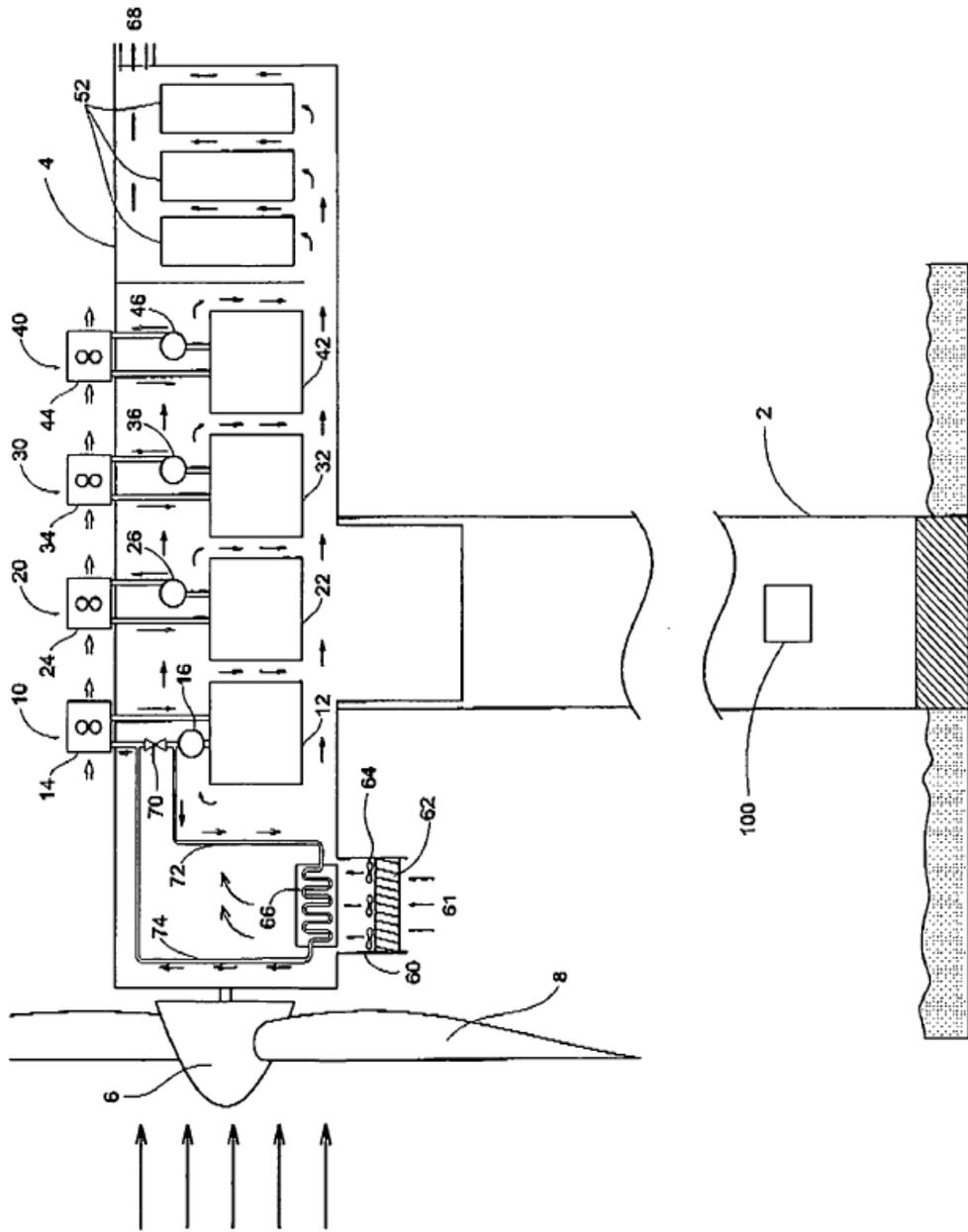


Fig. 1

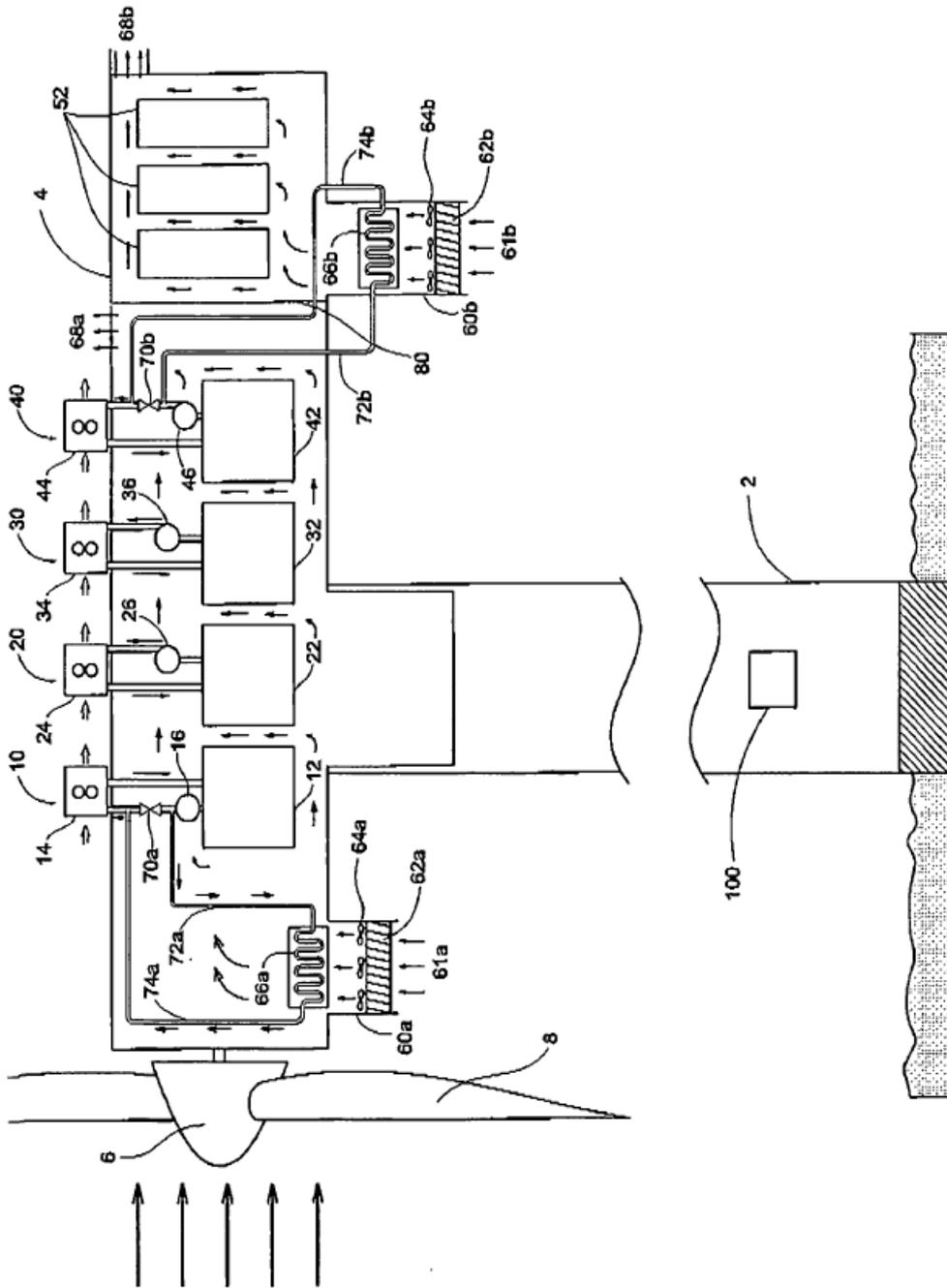


Fig. 2

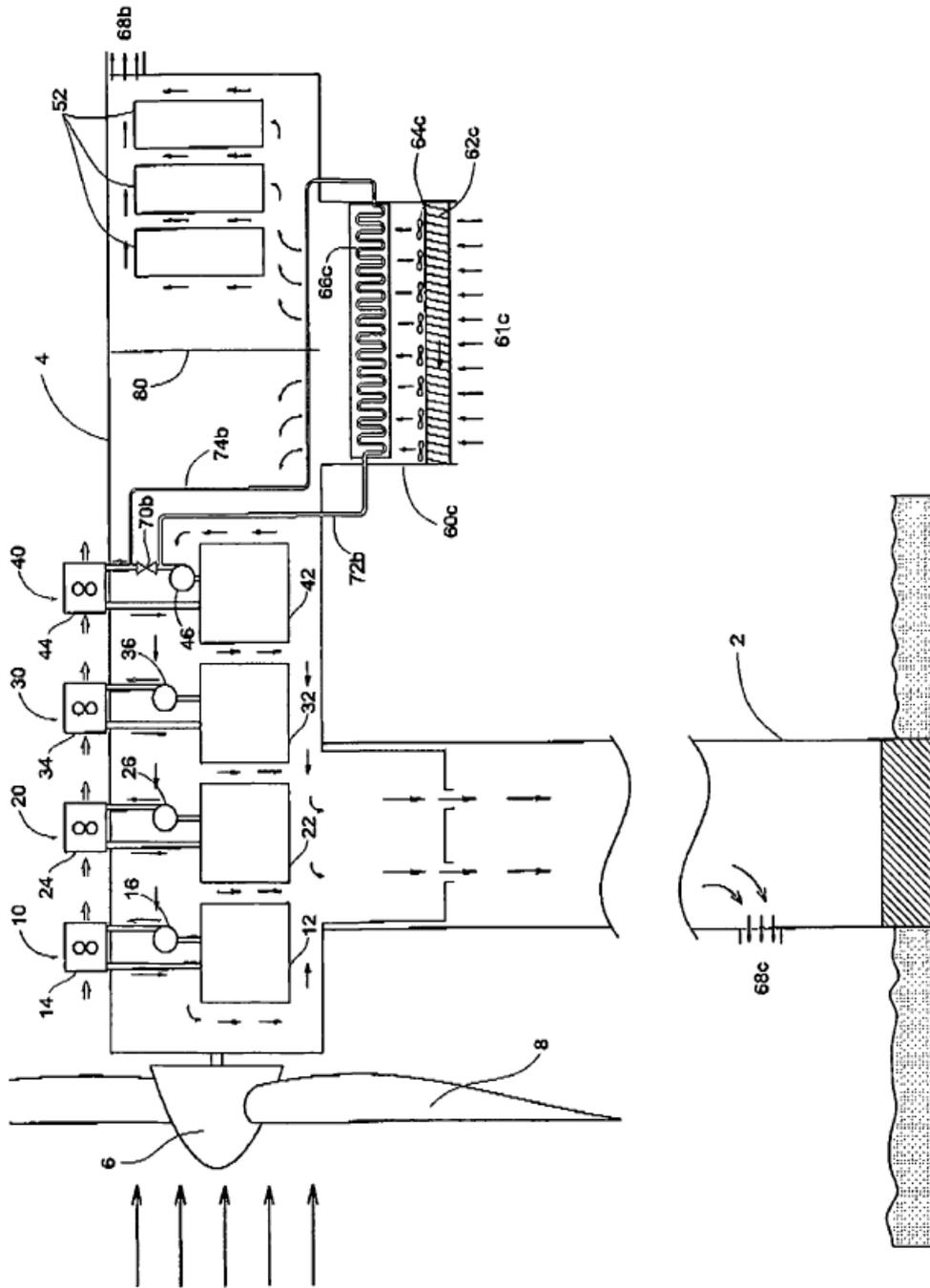


Fig. 3

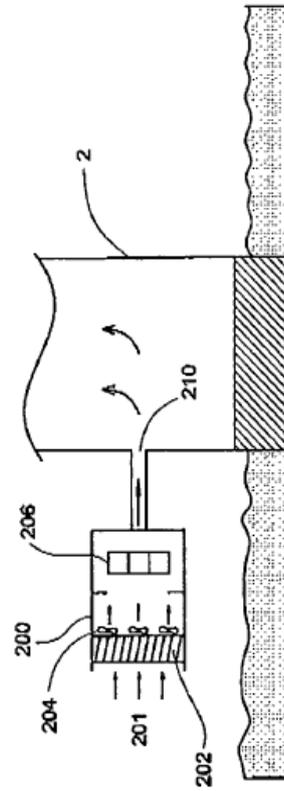
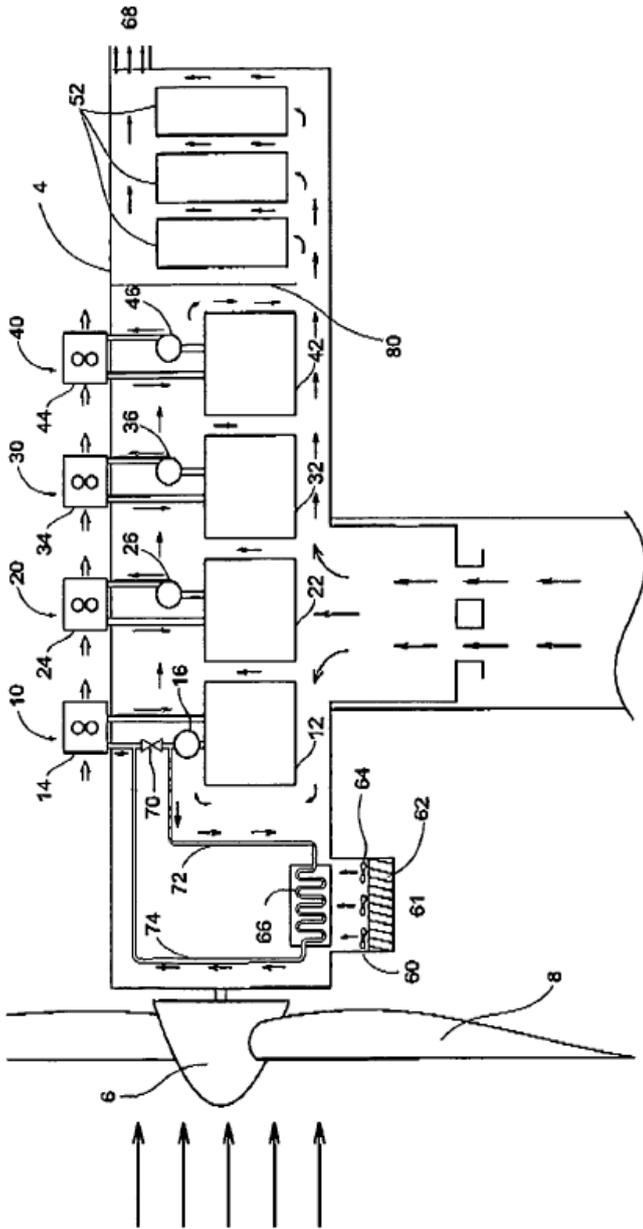


Fig. 5