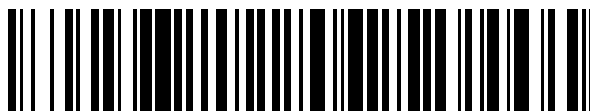


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 601 854**

51 Int. Cl.:

F25B 1/06 (2006.01)

F03D 80/00 (2006.01)

F03D 9/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.03.2010 E 10002051 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.10.2016 EP 2224130**

54 Título: **Una turbina eólica y un método para la refrigeración de un componente que genera calor de una turbina eólica**

30 Prioridad:

27.02.2009 DK 200900276

27.02.2009 US 156111 P

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

16.02.2017

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)

Hedeager 42

8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

BUUS, THOMAS PAW

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 601 854 T3

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

DESCRIPCIÓN

Una turbina eólica y un método para la refrigeración de un componente que genera calor de una turbina eólica

5 Antecedentes de la invención

La invención se refiere a una turbina eólica que comprende uno o más componentes que generan calor y a un método para la refrigeración de un componente que genera calor de una turbina eólica.

10 Descripción de la técnica relacionada

Una turbina eólica conocida en la técnica comprende típicamente una torre de turbina eólica y una góndola de turbina eólica colocada en la parte superior de la torre. Un rotor de turbina eólica, que comprende tres palas de turbina eólica, se conecta a la góndola a través de un árbol de baja velocidad, que se extiende fuera del frontal de la góndola, como se ilustra en la figura 1.

El control de la temperatura de los componentes eléctricos y mecánicos que generan calor —particularmente durante el funcionamiento de los componentes— ha sido siempre un problema y especialmente dentro de la técnica de las turbinas eólicas, este problema ha sido profundo.

Frecuentemente el mismo tipo de turbina eólica tiene que ser capaz de funcionar en áreas tanto extremadamente cálidas como extremadamente frías del globo, lo que produce unas fuertes demandas sobre el sistema de la turbina eólica para el control de la temperatura, especialmente de engranajes, generador y equipo de manejo de la potencia situado en o junto a la turbina eólica, pero en algún grado también de otros equipos tales como las cabinas de control, cojinetes, sistemas hidráulicos, motores y otros componentes que generan calor.

Incluso aunque las modernas turbinas eólicas son cada vez más eficientes en la conversión del giro del rotor de la turbina eólica en energía eléctrica, este proceso dará siempre como resultado que parte de la energía se convierta en calor en alguno de los componentes de la turbina eólica. Este exceso de calor debe eliminarse de los componentes para proteger los componentes y para que funcionen apropiadamente. Tradicionalmente esto se ha realizado creando un flujo de aire desde el aire exterior de la turbina eólica que pasa por los componentes y/o por medio de uno o más sistemas de refrigeración que comprenden un medio de refrigeración en circulación que pueda transportar el calor sustancialmente sin alterarlo desde los componentes que generan calor a un disipador de calor, por ejemplo en la forma de un radiador, que puede emitir el calor a los alrededores de la turbina eólica —tal como el aire— en donde posteriormente el medio de refrigeración frío se devuelve sustancialmente sin alterar a los componentes.

Sin embargo, las modernas turbinas eólicas son cada vez más grandes en su capacidad de potencia y, por lo tanto, también frecuentemente en la producción de un exceso de calor y esto en coincidencia con el hecho de que el aire es un conductor relativamente pobre del calor, hace a estos tipos de sistemas de refrigeración muy grandes, caros y pesados.

En relación a las turbinas eólicas marinas se conoce por lo tanto el uso de agua marina para refrigerar diferentes componentes de la turbina eólica, pero si el sistema de refrigeración está abierto hay problemas graves en relación con el hielo, obstrucciones, corrosión y otros, que son difíciles y caros de resolver, y si el sistema es cerrado, por ejemplo mediante la circulación del medio de refrigeración a través de una manguera colocada en el agua del mar hay problemas de hielo, tormentas, descuido y otros a resolver. Los problemas de ambos de estos sistemas se complican y son caros de superar e independientemente de cómo se realicen, esta técnica solo es factible en relación a convertidores de energía eólica marinos.

En el campo de la ingeniería de automoción se conoce (por ejemplo por el documento EP0020146) el uso de sistemas de refrigeración por eyector para utilizar el calor, que de lo contrario se desperdiciaría, del motor para producir la refrigeración de la cabina sin requerir potencia adicional del árbol del motor.

Un objeto de la invención es, por lo tanto, proporcionar una técnica ventajosa para la refrigeración de los componentes de una turbina eólica que generan calor.

La invención

La invención proporciona una turbina eólica que comprende uno o más componentes que generan calor y, al menos, un circuito de refrigeración cerrado que comprende un medio de refrigeración en circulación. El circuito de refrigeración está dispuesto para refrigerar un primer componente que genera calor de los uno o más componentes que generan calor y al menos una parte de dicho calor para la operación del sistema de refrigeración por eyector se proporciona directa o indirectamente mediante un segundo componente que genera calor de dichos uno o más componentes que generan calor.

5 El uso del calor generado por uno o más de los componentes que generan calor de la turbina eólica para hacer funcionar el sistema de refrigeración por eyector es ventajoso porque este calor es un producto de la turbina eólica en exceso que es difícil y caro de eliminar. Adicionalmente, cuando más refrigeración se necesita, más exceso de calor se produce por los componentes que generan calor y más calor puede suministrarse para hacer funcionar el sistema de refrigeración por eyector, es decir la capacidad de refrigeración se incrementa con la demanda.

10 Debería remarcarse que mediante la expresión "*dispuesto para refrigerar directa o indirectamente*" se ha de entender que el circuito de refrigeración puede comprender uno o más componentes que generan calor que se refrigeran directamente por el fluido de refrigeración en circulación en el circuito de refrigeración cerrado o el circuito de refrigeración podría disponerse para refrigerar un medio, objeto, dispositivo u otro adicional que se dispondría entonces a su vez para refrigerar indirectamente los uno o más componentes que generan calor.

15 En un aspecto de la invención, dicho sistema de refrigeración por eyector comprende un eyector para el incremento de la presión de dicho medio de refrigeración en dicho al menos un circuito de refrigeración cerrado y en el que dicho eyector incrementa la presión de dicho medio de refrigeración entre 5 y 5000 %, preferentemente entre 50 y 1000 % y el más preferido entre 100 y 500 %.

20 Si el eyector incrementa demasiado la presión del medio de refrigeración, la temperatura del medio de refrigeración tendrá que reducirse por debajo de la temperatura ambiente en la mayor parte de los emplazamientos de turbina eólica alrededor del globo, haciendo difícil y caro asegurar que el fluido de refrigeración presurizado puede condensarse posteriormente. Si la presión del medio de refrigeración se incrementa demasiado poco, la eficiencia del sistema de refrigeración por eyector se reduce. Los actuales intervalos de presión por lo tanto presentan una relación ventajosa entre coste y eficiencia.

25 En un aspecto de la invención, dicho eyector comprende una entrada de fluido en movimiento y en el que un fluido en movimiento introducido a través de dicha entrada de fluido en movimiento durante el funcionamiento normal de dicho eyector es una parte de dicho medio de refrigeración o se crea a partir de una parte de dicho medio de refrigeración.

30 El suministro del fluido en movimiento al eyector como una parte del medio de refrigeración es ventajoso porque el diseño del eyector y de la disposición del circuito de refrigeración se hace mucho más simple y barato.

35 Debería remarcarse que por la expresión "*operación normal*" se debe entender que el medio de recirculación está circulando en el circuito de refrigeración cerrado para refrigerar un componente que genera calor y el eyector está incrementando la presión del medio de refrigeración.

En un aspecto de la invención, una presión de dicha parte de dicho medio de refrigeración se incrementa por medio de una bomba.

40 El incremento de la presión del medio de refrigeración por medio de una bomba es ventajoso porque el bombeo es una forma simple y barata de incrementar la presión de un medio de refrigeración.

45 En un aspecto de la invención, dicha presión de dicha parte se dispone para incrementarse mientras dicho fluido de refrigeración está en una fase líquida.

Los líquidos son por naturaleza sustancialmente incompresibles y en comparación con los gases —que por naturaleza son compresibles— es por lo tanto mucho más fácil y eficiente incrementar la presión de un líquido que de un gas.

50 En un aspecto de la invención, dicho sistema de refrigeración por eyector comprende un dispositivo de calentamiento dispuesto para el incremento de la presión de dicho fluido en movimiento antes de que entre en dicha entrada de fluido en movimiento.

55 El incremento de la presión del fluido en movimiento por medio de un dispositivo de calentamiento es ventajoso porque proporciona una forma simple y barata para el incremento de la presión del fluido en movimiento antes de que entre en el eyector mediante lo que se incrementa la eficiencia del eyector.

60 En un aspecto de la invención, dicho circuito de refrigeración se dispone para refrigerar un primer componente que genera calor de dichos uno o más componentes que generan calor y en el que al menos una parte de dicho calor para la operación de dicho sistema de refrigeración por eyector se proporciona directa o indirectamente mediante dicho primer componente que genera calor de dichos uno o más componentes que generan calor.

65 El uso de calor para hacer funcionar el sistema de refrigeración por eyector suministrado desde el mismo componente que genera calor que ha de ser refrigerado por el sistema de refrigeración por eyector es ventajoso porque proporciona un diseño de circuito de refrigeración más simple y barato y porque cuanto más refrigeración se necesita, más calor se produce para hacer funcionar el sistema de refrigeración por eyector.

De acuerdo con la invención, dicho circuito de refrigeración se dispone para refrigerar un primer componente que genera calor de dichos uno o más componentes que generan calor y en el que al menos una parte de dicho calor para el funcionamiento de dicho sistema de refrigeración por eyector se proporciona directa o indirectamente mediante un segundo componente que genera calor de dichos uno o más componentes que generan calor.

5 Una turbina eólica típica contiene varios componentes principales que generan calor que son todos los que producen más calor cuando la demanda para refrigeración se incrementa. Puede ser ventajoso por lo tanto refrigerar uno o más componentes que generan calor haciendo que éstos proporcionen el calor para la operación del sistema de refrigeración por eyector para la refrigeración de uno o más componentes adicionales que generan calor.

10 En un aspecto de la invención, dicho sistema de refrigeración por eyector comprende un condensador para promover un cambio de fase de dicho medio de refrigeración.

15 Un cambio de fase de un medio de refrigeración demanda mucha energía y por lo tanto reduce la temperatura del medio de refrigeración significativamente a presión constante. Proporcionar al sistema de refrigeración por eyector un condensador para promover un cambio de fase del medio de refrigeración es por lo tanto ventajoso porque un condensador es una forma muy eficiente de reducir la temperatura del medio de refrigeración.

20 En un aspecto de la invención, dicho sistema de refrigeración por eyector comprende una válvula de expansión para el alivio de la presión de dicho medio de refrigeración.

25 Una válvula de expansión es un medio simple y efectivo para el alivio de la presión del medio de refrigeración y por lo tanto un medio simple y efectivo para reducir también la temperatura del medio de refrigeración para proporcionar un sistema de refrigeración por eyector más eficiente.

En un aspecto de la invención, dicho medio de refrigeración es agua.

30 El agua no es tóxica, es barata y fácilmente disponible. Adicionalmente, el agua cambia las fases a presiones y temperaturas que hacen particularmente ventajoso el uso del agua como medio de refrigeración en relación a sistemas de refrigeración por eyector.

35 En un aspecto de la invención, dicha turbina eólica comprende el menos dos circuitos de refrigeración cerrados y en el que un primer circuito de refrigeración de dichos al menos dos circuitos de refrigeración cerrados se disponen para refrigerar directamente dichos componentes que generan calor y un segundo circuito de refrigeración de dichos al menos dos circuitos de refrigeración cerrados comprende dicho sistema de refrigeración por eyector y en el que dicho primer circuito de refrigeración y dicho segundo circuito de refrigeración se disponen para intercambiar calor.

40 Por ejemplo, si el componente que genera calor a ser refrigerado es una caja de engranajes, el medio de refrigeración sería ventajosamente el aceite en circulación en la caja de engranajes. Sin embargo, el aceite no es un medio de refrigeración ventajoso en relación con los sistemas de refrigeración por eyector y por lo tanto, si el medio de refrigeración del componente que genera calor no es ventajoso en relación con el sistema de refrigeración por eyector, es ventajoso proporcionar dos circuitos de refrigeración separados que intercambian calor.

45 En un aspecto de la invención, dichos uno o más componentes que generan calor se seleccionan de entre un grupo que consiste en: cajas de engranajes de la turbina eólica, generadores de la turbina eólica, equipo de manejo de la potencia eléctrica y cabinas de control.

50 La caja de engranajes, el generador, el equipo de manejo de potencia eléctrica y las cabinas de control son típicamente los componentes de la turbina eólica que generan calor que están produciendo la mayor parte del exceso de calor y es por lo tanto particularmente ventajoso usar un sistema de refrigeración por eyector para refrigerar uno o más de estos componentes.

55 La invención proporciona adicionalmente un método para la refrigeración de un componente que genera calor de una turbina eólica, comprendiendo dicho método las etapas de:

- hacer circular un fluido de refrigeración en un circuito de refrigeración cerrado,
- refrigerar directa o indirectamente dicho componente que genera calor por medio de dicho fluido de refrigeración,
- y
- reducir la temperatura de dicho medio de refrigeración por medio de un sistema de refrigeración por eyector, en el que al menos una parte del calor para el funcionamiento de dicho sistema de refrigeración por eyector se proporciona directa o indirectamente mediante un componente que genera calor de dicha turbina eólica.

60 El uso del calor de uno o más componentes que generan calor para hacer funcionar un sistema de refrigeración por eyector para la refrigeración de un componente que genera calor es ventajoso, porque cuanto más calor se produce, más refrigeración se necesita y más calor puede proporcionarse al sistema de refrigeración por eyector, haciéndole así más eficiente cuanto mayor sea la demanda.

En un aspecto de la invención, dicha turbina eólica es una turbina eólica de acuerdo con cualquiera de lo anteriormente mencionado.

Figuras

- 5 Invención se describirá en lo que sigue con referencia a las figuras en las que
- La fig. 1 ilustra una turbina eólica moderna grande como se sabe en la técnica,
- 10 la fig. 2 ilustra una vista en sección simplificada de una góndola, según se ve desde el lateral,
- la fig. 3 ilustra una sección transversal de una realización de un eyector, según se ve desde el lateral,
- la fig. 4 ilustra un sistema de coordenadas de presión respecto a posición de los fluidos en el eyector,
- 15 la fig. 5 ilustra una primera realización de un circuito de refrigeración cerrado que comprende un sistema de refrigeración por eyector,
- la fig. 6 ilustra una segunda realización de un circuito de refrigeración cerrado que comprende un sistema de refrigeración por eyector, y
- 20 la fig. 7 ilustra una tercera realización de un circuito de refrigeración cerrado que comprende un sistema de refrigeración por eyector.

25 Descripción de la técnica relacionada

La fig. 1 ilustra una turbina eólica 1 moderna y grande como se sabe en la técnica, que comprende una torre 2 y una góndola 3 de turbina eólica colocada en la parte superior de la torre 2. El rotor 4 de la turbina eólica comprende tres palas 5 de turbina eólica montadas sobre un buje 6 común que se conecta a la góndola 3 a través del árbol de baja velocidad que se extiende fuera del frontal de la góndola 3. En otra realización el rotor 4 de la turbina eólica podría comprender otro número de palas 5 tal como una, dos, cuatro, cinco o más.

La fig. 2 ilustra una sección transversal simplificada de una góndola 3 de una turbina eólica 1 de la técnica anterior, según se ve desde el lateral. Las góndolas 3 existen en una multitud de variaciones y configuraciones pero en la mayor parte de los casos el tren de accionamiento de la góndola 3 comprende casi siempre uno o más de los siguientes componentes: una caja de engranajes 15, un acoplamiento (no mostrado), alguna clase de sistema de frenado 16 y un generador 17. Una góndola 3 de una turbina eólica 1 moderna puede incluir también un convertidor 18 (también llamado inversor) y equipo periférico adicional, tal como equipo adicional para el manejo de la potencia, cabinas de control, sistemas hidráulicos y otros más.

El peso de toda la góndola 3 que incluye los componentes de la góndola 15, 16, 17, 18 es soportado por una estructura 19 de la góndola. Los componentes 15, 16, 17, 18 se colocan normalmente sobre y/o se conectan a esta estructura 19 de la góndola de soporte de carga común.

La mayor parte de los componentes en la góndola 3 son componentes 6 que generan calor porque están eléctrica y/o mecánicamente activos al menos algún tiempo durante la operación en vacío o normal de la turbina eólica 1. En esta realización los componentes 6 que generan calor son la caja de engranajes 15, generador 17, equipo de manejo de la potencia eléctrica, tal como el convertidor 18, y cabinas de control (no mostradas) pero en otra realización los componentes 6 que generan calor podrían incluir adicionalmente cojinetes, sistemas de lubricación, motores de orientación o cambio de paso y otros motores.

Tradicionalmente, los componentes 6 que generan calor de la turbina eólica 1 se refrigeran por aire o se refrigeran mediante un circuito de refrigeración cerrado. Algunas cabinas de control se refrigeran, por ejemplo, por aire, proporcionando simplemente un ventilador que genera un flujo de aire a partir del aire de la góndola 3 o de aire desde el exterior de la turbina eólica 1 haciendo que el flujo de aire pase por el interior de la cabina antes de que se expulse al interior de la góndola 3 o al exterior de la góndola 3.

Un circuito de refrigeración cerrado comprende típicamente un disipador de calor por ejemplo en la forma de un radiador con un ventilador montado en el exterior de la góndola 3 o dispuesto de modo que el ventilador pueda dirigir aire desde el exterior de la góndola 3 a través del radiador. El circuito comprende adicionalmente una bomba para la circulación del fluido de refrigeración en el circuito de refrigeración cerrado permitiendo de ese modo que el fluido fluya desde el radiador y pasando o a través de uno o más componentes 6 que generan calor, elevando de ese modo la temperatura del fluido de refrigeración antes de que el fluido de refrigeración calentado vuelva al disipador de calor para ser refrigerado de nuevo.

Descripción detallada de la invención

La fig. 3 ilustra una sección transversal de una realización de un eyector 7, según se ve desde el lateral.

5 Un eyector 7 es un dispositivo similar a una bomba que usa el efecto Venturi de una tobera 10, 11 convergente-divergente para convertir la energía de presión de un fluido 21 en movimiento en energía de velocidad que crea una zona de baja presión que arrastra al interior y dispersa un fluido en succión 22. Después del paso a través de la garganta 12 del eyector 7, el fluido mezclado 21, 22 se expande y la velocidad se reduce lo que da como resultado una recompresión de los fluidos mezclados 21, 22 mediante la conversión de la energía de velocidad de vuelta a energía de presión.

En esta realización el fluido en movimiento 21 es un vapor a alta presión pero en otra realización el fluido en movimiento 21 puede ser cualquier clase de líquido o gas.

15 En esta realización el fluido 22 de succión de entrada dispersado es vapor a baja presión pero en otra realización el fluido 22 de entrada puede ser un gas, un líquido, una suspensión, o una corriente de gas cargada con polvo.

El eyector 7 consiste en una tobera de entrada 13 de fluido en movimiento y una tobera de salida 10, 11 convergente-divergente. El efecto Venturi, un caso particular del principio de Bernoulli, es aplicable al funcionamiento del eyector 7. El fluido 21, 22 bajo alta presión se convierte en un chorro a alta velocidad en la garganta 12 de la tobera 10, 11 convergente-divergente lo que crea una baja presión en ese punto. La baja presión arrastra el fluido 22 de succión de entrada en la tobera 10, 11 convergente-divergente en donde se mezcla con el fluido en movimiento 21.

25 En esencia, la energía de presión del fluido en movimiento 21 se convierte en energía cinética en la forma de calor velocidad en la garganta 12 de la tobera 10, 11 convergente-divergente. Cuando el fluido mezclado se expande a continuación en el difusor 11 divergente, la energía cinética se convierte de vuelta a energía de presión en la salida 14 del eyector de acuerdo con el principio de Bernoulli.

30 La fig. 4 ilustra un sistema de coordenadas de presión PR respecto a posición PO de los fluidos 21, 22 en el eyector 7. El eje de abscisas muestra la presión PR y el eje de ordenadas se refiere a la posición PO en el eyector 7 indicada por las líneas de puntos que se extienden desde la fig. 3. La presión PO del fluido en movimiento 21 se ilustra por el gráfico en una línea de puntos y el fluido de entrada 22 se ilustra por el gráfico en la línea continua.

35 El diagrama muestra que el fluido 21 en movimiento de alta presión entra en el eyector 7 en la entrada de fluido en movimiento 20 en donde es empujado a través de la tobera de entrada de fluido en movimiento 13 bajo una presión creciente. Bajo una presión en reducción el fluido en movimiento 21 sale de la tobera de entrada 13 y se expande mientras se mueve al interior de la tobera convergente 10. El fluido de succión 22 entra en el eyector 7 en la entrada 23 de fluido de succión y se mezcla con el fluido en movimiento 21 a través de la tobera convergente 10. Tanto el fluido en movimiento 21 como el fluido de succión 22 se recomprimen a continuación a través del difusor divergente 11 hacia la salida 14 del eyector.

La fig. 5 ilustra una primera realización de un circuito de refrigeración 8 cerrado que comprende un sistema de refrigeración 9 por eyector.

45 En esta realización de la invención se proporciona una turbina eólica 1 con un circuito de refrigeración 8 cerrado dispuesto para refrigerar directamente un componente 6 que genera calor que en este caso es el generador 17 de la turbina eólica que transforma la energía de rotación del rotor 4 en energía eléctrica a ser suministrada a una red eléctrica.

50 En esta realización de la invención el circuito de refrigeración 8 cerrado se dispone para refrigerar solamente el generador 17 de la turbina eólica pero en otra realización de la invención el circuito de refrigeración 8 cerrado podría disponerse para refrigerar otros componentes 6 que generan calor de la turbina eólica 1 tal como la caja de engranajes o cajas de engranajes 15 de la turbina eólica, el equipo de manejo de la potencia eléctrica tal como el convertidor 18, resistencias de potencia, tarjetas base, cabinas de control u otros, o el circuito de refrigeración 8 cerrado podría disponerse para refrigerar más de uno de estos componentes 6.

55 En esta realización de la invención se hace circular agua como el medio de refrigeración en el circuito de refrigeración 8 pero en otra realización de la invención el medio de refrigeración podría ser cualquier clase de agua o salmuera a prueba de congelación, amoníaco, CO₂, gases freones o cualquier otra clase de líquido o gas adecuado para el transporte de calor en un sistema de refrigeración en dos fases cerrado.

60 En esta realización de la invención el medio de refrigeración pasa por el componente 6 que genera calor para absorber algo del calor generado por el componente 6 y lo transporta fuera del componente 6. Cuando el medio de refrigeración entra en el generador 17 está en fase líquida L pero cuando la temperatura del agua se incrementa a través del generador 17 comienza a suceder un cambio de fase y cuando el agua sale del generador 17 parte del

agua se ha vaporizado. El medio de refrigeración líquido/gas circula posteriormente a través de una bomba que incrementa la presión del medio de refrigeración para promover adicionalmente el cambio de fase de modo que el medio de refrigeración está ahora en forma de gas.

5 Después de la bomba, una parte del medio de refrigeración se extrae y dirige en la dirección de la entrada de fluido en movimiento 20 del eyector 7. Antes de que esta parte alcance al eyector 7 pasa por un dispositivo de calentamiento 27 que incrementa significativamente la presión de esta parte del medio de refrigeración haciéndole el fluido movimiento 21 del eyector. Para asegurar que el medio de refrigeración se mueve en la dirección correcta a través del dispositivo de calentamiento en la dirección del eyector 7, el circuito de refrigeración 8 o el dispositivo de
10 calentamiento 27 podrían estar provistos adicionalmente con una válvula anti-retorno.

En esta realización el dispositivo de calentamiento 27 es simplemente un elemento de calentamiento eléctrico dispuesto de modo que la parte del medio de refrigeración se caliente significativamente cuando pasa por el dispositivo 27 pero en otra realización el dispositivo de calentamiento 27 podría ser una bomba de calor, un
15 dispositivo que comprende una llama abierta tal como un horno o cualquier otro dispositivo adecuado para elevar la temperatura y la presión del fluido el movimiento 21.

Por su parte, el resto del medio de refrigeración —en la forma de un vapor a baja presión— se dirige hacia la entrada de fluido de succión 23 para convertirse en la entrada de fluido de succión 22 del eyector 7. En el eyector 7 los dos fluidos 21, 22 se mezclan ahora y cuando salen del eyector 7, la presión y temperatura del medio de refrigeración es significativamente más alta que cuando salen de la bomba 27.
20

Desde el eyector 7 el vapor se dirige a través del condensador 25 dispuesto para promover que el medio de refrigeración cambie de fase de vuelta a la forma líquida. El condensador 25 podría ser, por ejemplo, un radiador o un intercambiador de calor dispuesto para expulsar calor al entorno de la turbina eólica 1 de modo que el aire circundante o, en caso de una turbina eólica marina 1, el mar circundante.
25

Desde el condensador 25 el medio de refrigeración líquido relativamente frío se dirige a través de una válvula de expansión 26 que alivia la presión del líquido para reducir adicionalmente la temperatura del medio de refrigeración antes de que entre de nuevo en el componente 6 que genera calor.
30

La fig. 6 ilustra una segunda realización de un circuito de refrigeración 8 cerrado que comprende un sistema de refrigeración 9 por inyector.

35 El principio de este sistema de refrigeración 9 por eyector funciona en la misma forma que el divulgado en la fig. 5 pero en esta realización la presión de la parte del medio de refrigeración extraído antes de que entre en el eyector 7 se incrementa haciendo que la parte pase a través de un intercambiador de calor 28 de fluido en movimiento. Este intercambiador de calor 28 es una parte de un circuito de calentamiento 29 cerrado para el transporte de calor desde un componente 6 adicional que genera calor de la turbina eólica 1 al fluido en movimiento 21 en el circuito de refrigeración 8 cerrado.
40

En esta realización el componente 6 que genera calor es un convertidor de la turbina eólica 1 pero en otra realización este componente 6 adicional que genera calor podría ser cualquiera de los componentes 6 o cualquiera de los componentes 6 previamente listados como los componentes 6 que generan calor.
45

En esta realización de la invención el componente 6 que genera calor se dispone para intercambiar calor solo con el fluido en movimiento 21 pero en otra realización el circuito de calentamiento 29 cerrado podría disponerse adicionalmente para expulsar calor al entorno de la turbina eólica o a otro equipo de la turbina eólica.

50 La fig. 7 ilustra una tercera realización de un circuito de refrigeración 8 cerrado que comprende un sistema de refrigeración 9 por inyector.

En esta realización de la invención la turbina eólica comprende un primer circuito de refrigeración 8, 31 cerrado dispuesto para intercambiar calor con un segundo circuito de refrigeración 32 cerrado por medio de un intercambiador de calor 30 del circuito de refrigeración.
55

En esta realización de la invención el componente 6 que genera calor es una caja de engranajes 16 de la turbina eólica dispuesta entre el rotor 4 y el generador 17 para incrementar la velocidad de rotación del árbol principal.

60 Dado que el componente 6 que genera calor es la caja de engranajes 16, la circulación del medio de refrigeración en el segundo circuito de refrigeración 32 cerrado es en este caso al menos una parte del aceite de la caja de engranajes 16 proporcionado para lubricar los cojinetes, engranajes y otros componentes mecánicos de la caja de engranajes y para refrigerar la caja de engranajes 16. Sin embargo, en otra realización de la invención, el medio de refrigeración que circula en el segundo circuito de refrigeración 32 cerrado podría ser cualquiera de los tipos de
65 medio de refrigeración previamente mencionado.

Al menos durante la operación de la caja de engranajes el aceite de la caja de engranajes se hace circular constantemente en el segundo circuito de refrigeración 32 cerrado, por ejemplo, por medio de una bomba (no mostrada) que permite que la temperatura del primer aceite se reduzca pasando por el intercambiador de calor 28 de fluido en movimiento y posteriormente mediante el paso por el intercambiador de calor 30 del circuito de refrigeración.

En principio el sistema de refrigeración 9 por eyector del primer circuito de refrigeración 8, 31 cerrado funciona en la misma forma que el divulgado en la fig. 5 y la fig. 6, pero en esta realización la parte del medio de refrigeración que se usa como el fluido en movimiento 21 del eyector 7 se extrae después de que el medio de refrigeración pase por el condensador 25 y antes de que llegue a la válvula de expansión 26.

Es evidente para un experto en la materia que las presiones y temperaturas del medio de refrigeración han de variar alrededor del circuito de refrigeración 6 para hacer que el sistema de refrigeración en dos fases funcione efectivamente y que estas temperaturas y presiones serían diferentes para diferentes medios de refrigeración y que podrían variar bajo diferentes condiciones de operación, por ejemplo, si la turbina eólica fría está arrancando, parando o funcionando en circunstancias normales. En esta realización el medio de refrigeración es agua lo que requiere que el sistema de refrigeración 9 por eyector y los circuitos de refrigeración 8, 31, 32 cerrado funcionen como sigue:

Cuando la parte de agua se extrae después de que sale del condensador 25, el agua es líquida, la temperatura es de aproximadamente 10 °C y la presión es de aproximadamente 34 mbar (34 milésimas de un bar). El agua se conduce a continuación a través de una bomba 24 que incrementa la presión a 400 mbar y la temperatura ligeramente a alrededor de 12 °C. El agua es aún líquida hasta que pasa al intercambiador de calor 28 de fluido en movimiento que en este caso funciona como un evaporador porque eleva la temperatura del agua haciéndola que se evapore a vapor caliente a 75 °C listo para entrar en el eyector 7 como el fluido en movimiento 21.

La parte principal del agua —que no se ha extraído después del condensador 25— continúa a través de la válvula de expansión 26 lo que reduce la presión a aproximadamente 11 mbar y la temperatura a aproximadamente 0 °C. El agua muy fría continúa a continuación a través del intercambiador de calor 30 del circuito de refrigeración que en este caso funciona como un evaporador porque eleva la temperatura del agua a 8 °C haciéndola que se evapore en vapor a baja presión listo para entrar en el eyector 7 como el fluido de entrada de succión 22.

En el eyector 7 los dos fluidos se mezclan y salen del eyector 7 como un vapor caliente a 26 °C y a una presión de 34 mbar. El vapor se condensa entonces en el condensador 25 haciendo que el fluido de refrigeración salga del condensador 25 como agua líquida a 10 °C.

En el segundo circuito de refrigeración 32 cerrado el aceite sale de la caja de engranajes 16 a una temperatura de por ejemplo 90 °C antes de que se refrigere a por ejemplo 50 °C en el intercambiador de calor 28 de fluido en movimiento. Posteriormente, el aceite pasa al intercambiador de calor 30 del circuito de refrigeración lo que reduce adicionalmente la temperatura del aceite a por ejemplo 30 °C antes de que entre en la caja de engranajes 16.

La invención se ha ejemplificado anteriormente con referencia a ejemplos específicos de eyector 7, circuitos de refrigeración 8, 29, 31, 32 cerrados, sistemas de refrigeración 9 por eyector y otros. Sin embargo, debe entenderse que la invención no está limitada a los ejemplos particulares descritos anteriormente sino que puede diseñarse y alterarse en una multitud de variedades dentro del alcance de la invención, como se especifica en las reivindicaciones.

Lista

1. Turbina eólica
2. Torre
3. Góndola
4. Rotor
5. Pala
6. Componente que genera calor
7. Eyector
8. Circuito de refrigeración cerrado
9. Sistema de refrigeración por eyector
10. Tobera convergente
11. Difusor divergente
12. Garganta
13. Tobera de entrada de fluido en movimiento
14. Salida del eyector
15. Caja de engranajes
16. Sistema de frenado
17. Generador

	18.	Convertidor
	19.	Estructura de la góndola
	20.	Entrada de fluido en movimiento
	21.	Fluido en movimiento
5	22.	Fluido de entrada de succión
	23.	Entrada del fluido de succión
	24.	Bomba
	25.	Condensador
	26.	Válvula de expansión
10	27.	Dispositivo de calentamiento
	28.	Intercambiador de calor del fluido en movimiento
	29.	Circuito de calentamiento cerrado
	30.	Intercambiador de calor del circuito de refrigeración
	31.	Primer circuito de refrigeración cerrado
15	32.	Segundo circuito de refrigeración cerrado
	PO.	Posición
	PR.	Presión

REIVINDICACIONES

1. Una turbina eólica (1) que comprende
 - 5 uno o más componentes que generan calor (6), al menos un circuito de refrigeración (8) cerrado que comprende un medio de refrigeración en circulación, disponiéndose dicho circuito de refrigeración para refrigerar, directa o indirectamente, uno o más de dichos componentes que generan calor, y
 - 10 en la que un sistema de refrigeración (9) por eyector reduce la temperatura de dicho medio de refrigeración y en la que uno o más de dichos componentes que generan calor están dispuestos para proporcionar al menos una parte del calor para la operación de dicho sistema de refrigeración por eyector, y en la que dicho circuito de refrigeración está dispuesto para refrigerar un primer componente que genera calor de dichos uno o más componentes que
 - 15 generan calor y en la que al menos una parte de dicho calor para la operación de dicho sistema de refrigeración por eyector se proporciona, directa o indirectamente, mediante un segundo componente que genera calor de dichos uno o más componentes que generan calor.
2. Una turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicho sistema de refrigeración por eyector comprende un eyector (7) para el incremento de la presión de dicho medio de refrigeración en dicho al menos un
- 20 circuito de refrigeración cerrado y en la que dicho eyector incrementa la presión de dicho medio de refrigeración entre 5 y 5000 %, preferentemente entre 50 y 1000 % y lo más preferido entre 100 y 500 %.
3. Una turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 2, en la que dicho eyector comprende una entrada (13) de
- 25 fluido en movimiento y en la que un fluido en movimiento introducido a través de dicha entrada de fluido en movimiento durante la operación normal de dicho eyector es una parte de dicho medio de refrigeración o se crea a partir de una parte de dicho medio de refrigeración.
4. Una turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 3, en la que una presión de dicha parte de dicho medio de
- 30 refrigeración se incrementa por medio de una bomba (24).
5. Una turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 4, en la que dicha presión de dicha parte se dispone para incrementarse mientras dicho fluido de refrigeración está en una fase líquida.
6. Una turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en la que dicho sistema de
- 35 refrigeración por eyector comprende un dispositivo de calentamiento (27) dispuesto para incrementar la presión de dicho fluido en movimiento antes de que entre en dicha entrada de fluido en movimiento.
7. Una turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que dicho circuito de
- 40 refrigeración está dispuesto para refrigerar un primer componente que genera calor de dichos uno o más componentes que generan calor, y en la que al menos una parte de dicho calor para la operación de dicho sistema de refrigeración por eyector se proporciona, directa o indirectamente, mediante dicho primer componente que genera calor de dichos uno o más componentes que generan calor.
8. Una turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que dicho sistema de
- 45 refrigeración por eyector comprende un condensador (25) para promover un cambio de fase de dicho medio de refrigeración.
9. Una turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que dicho sistema de
- 50 refrigeración por eyector comprende una válvula de expansión (26) para el alivio de la presión de dicho medio de refrigeración.
10. Una turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que dicho medio de
- refrigeración es agua.
- 55 11. Una turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que dicha turbina eólica comprende el menos dos circuitos de refrigeración cerrados y en la que un primer circuito de refrigeración (31) de dichos al menos dos circuitos de refrigeración cerrados está dispuesto para refrigerar directamente dichos componentes que generan calor y un segundo circuito de refrigeración (32) de dichos al menos dos circuitos de
- 60 refrigeración cerrados comprende dicho sistema de refrigeración por eyector y en la que dicho primer circuito de refrigeración y dicho segundo circuito de refrigeración están dispuestos para intercambiar calor.
12. Una turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que uno o más
- componentes (6) que generan calor se seleccionan de entre el grupo que consiste en: cajas de engranajes de la
- 65 turbina eólica, generadores de la turbina eólica, equipo de manejo de la potencia eléctrica y cabinas de control.

13. Un método para la refrigeración de un componente que genera calor de una turbina eólica, comprendiendo dicho método las etapas de:

- 5 • hacer circular un fluido de refrigeración en un circuito de refrigeración cerrado,
- refrigerar directa o indirectamente dicho componente que genera calor por medio de dicho fluido de refrigeración, y
- reducir la temperatura de dicho medio de refrigeración por medio de un sistema de refrigeración por eyector, en el que al menos una parte del calor para la operación de dicho sistema de refrigeración por eyector se proporciona, directa o indirectamente, mediante un componente que genera calor de dicha turbina eólica,

10 en el que dicho circuito de refrigeración está dispuesto para refrigerar un primer componente que genera calor de los uno o más componentes que generan calor y en el que al menos una parte de dicho calor para la operación de dicho sistema de refrigeración por eyector se proporciona, directa o indirectamente, mediante un segundo componente que genera calor de dichos uno o más componentes que generan calor.

15 14. Un método para la refrigeración de un componente que genera calor de una turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 13, en el que dicha turbina eólica es una turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

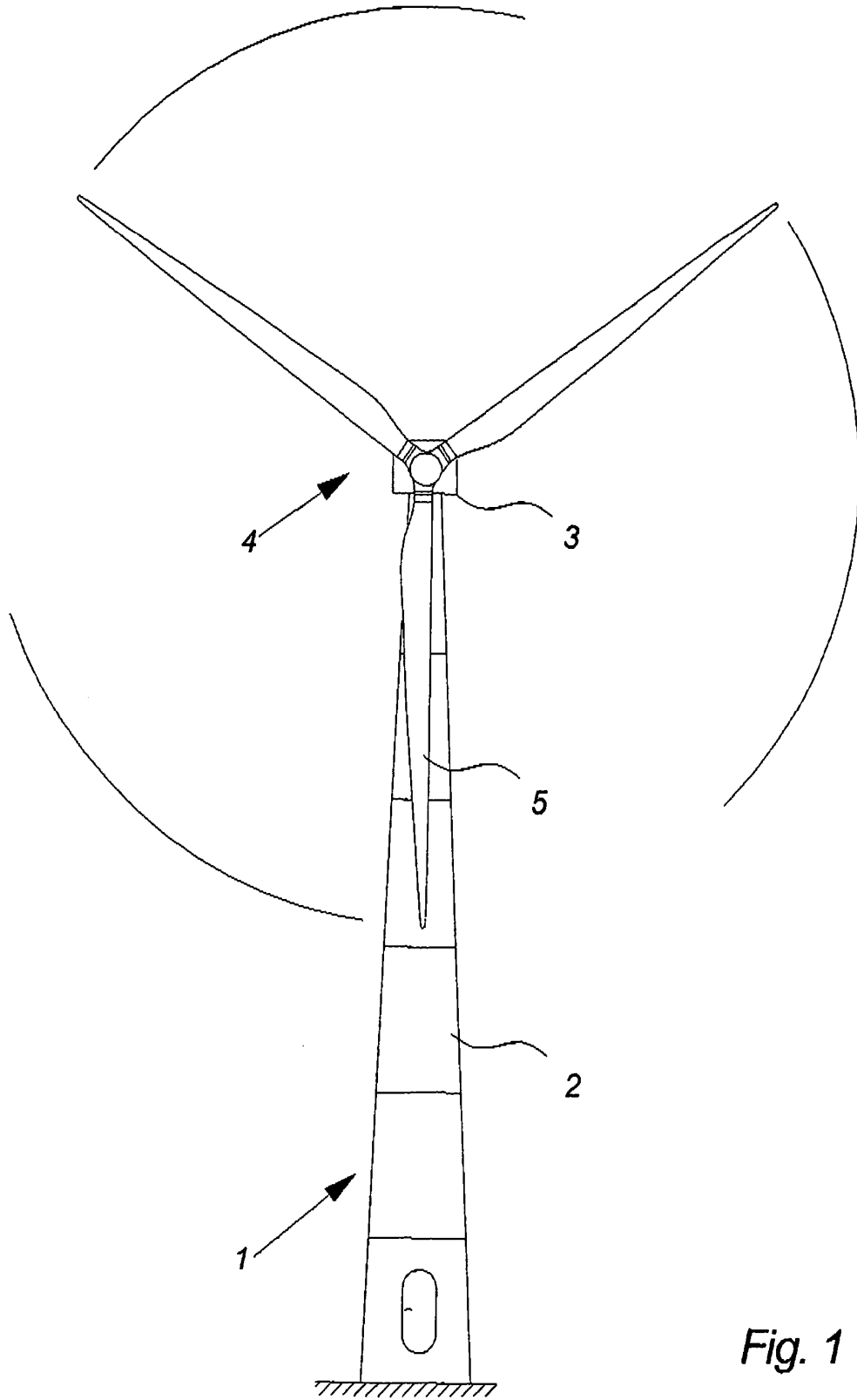


Fig. 1

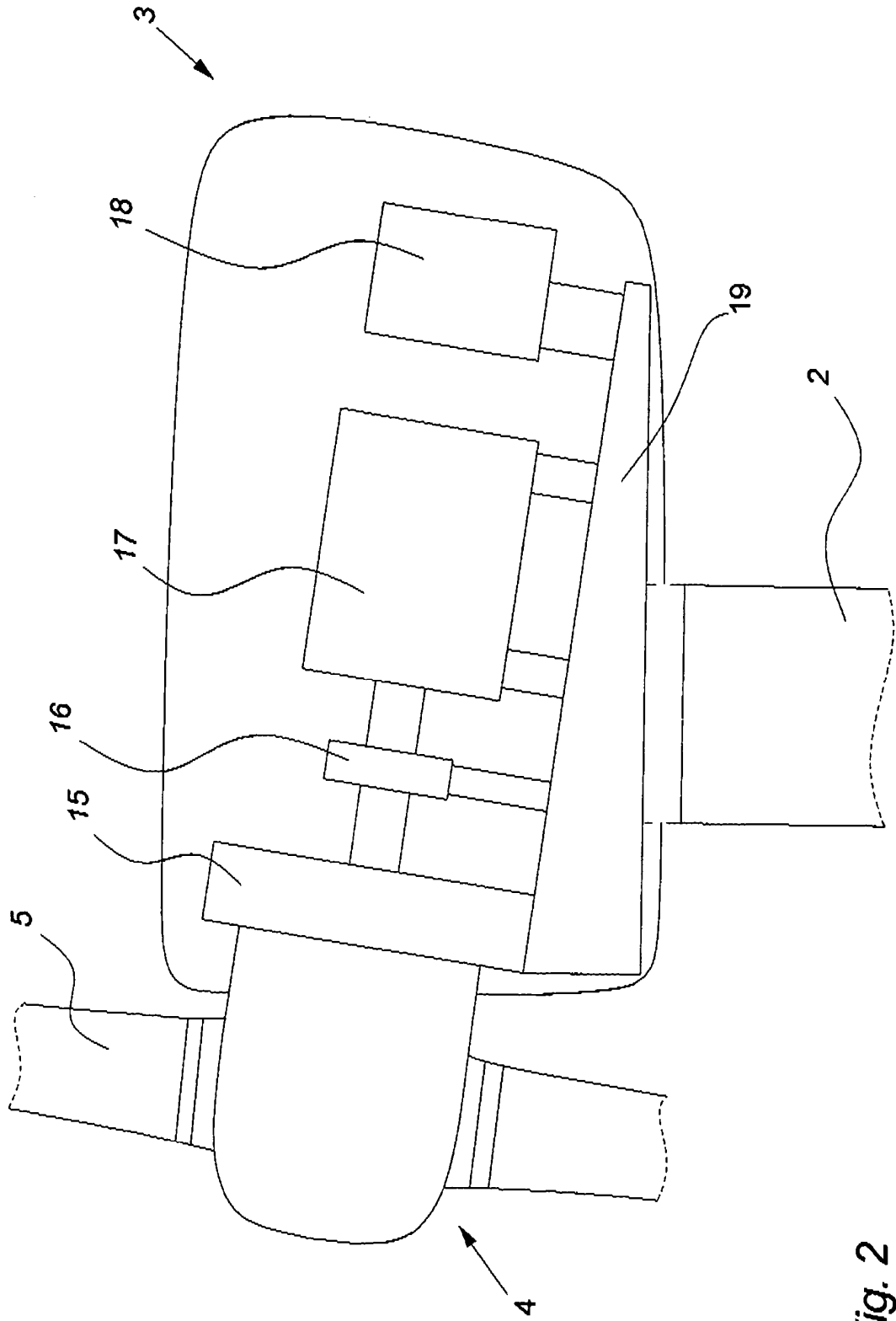


Fig. 2

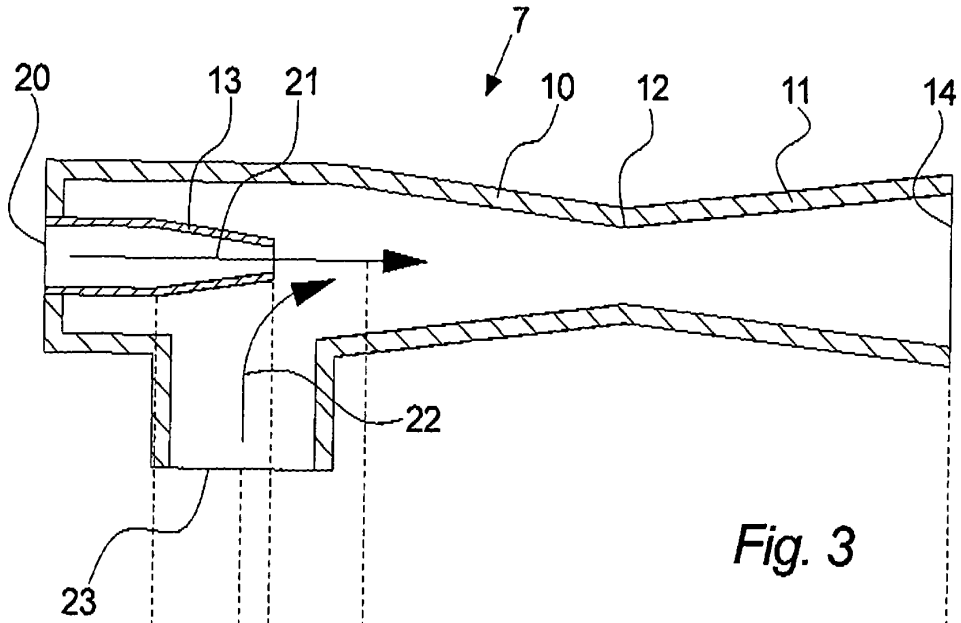


Fig. 3

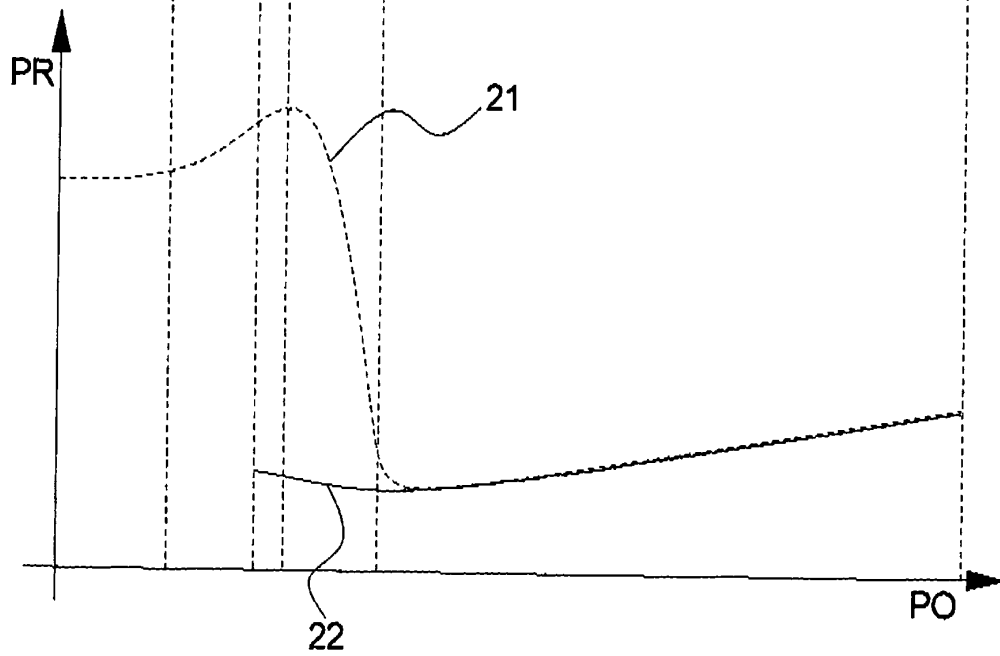


Fig. 4

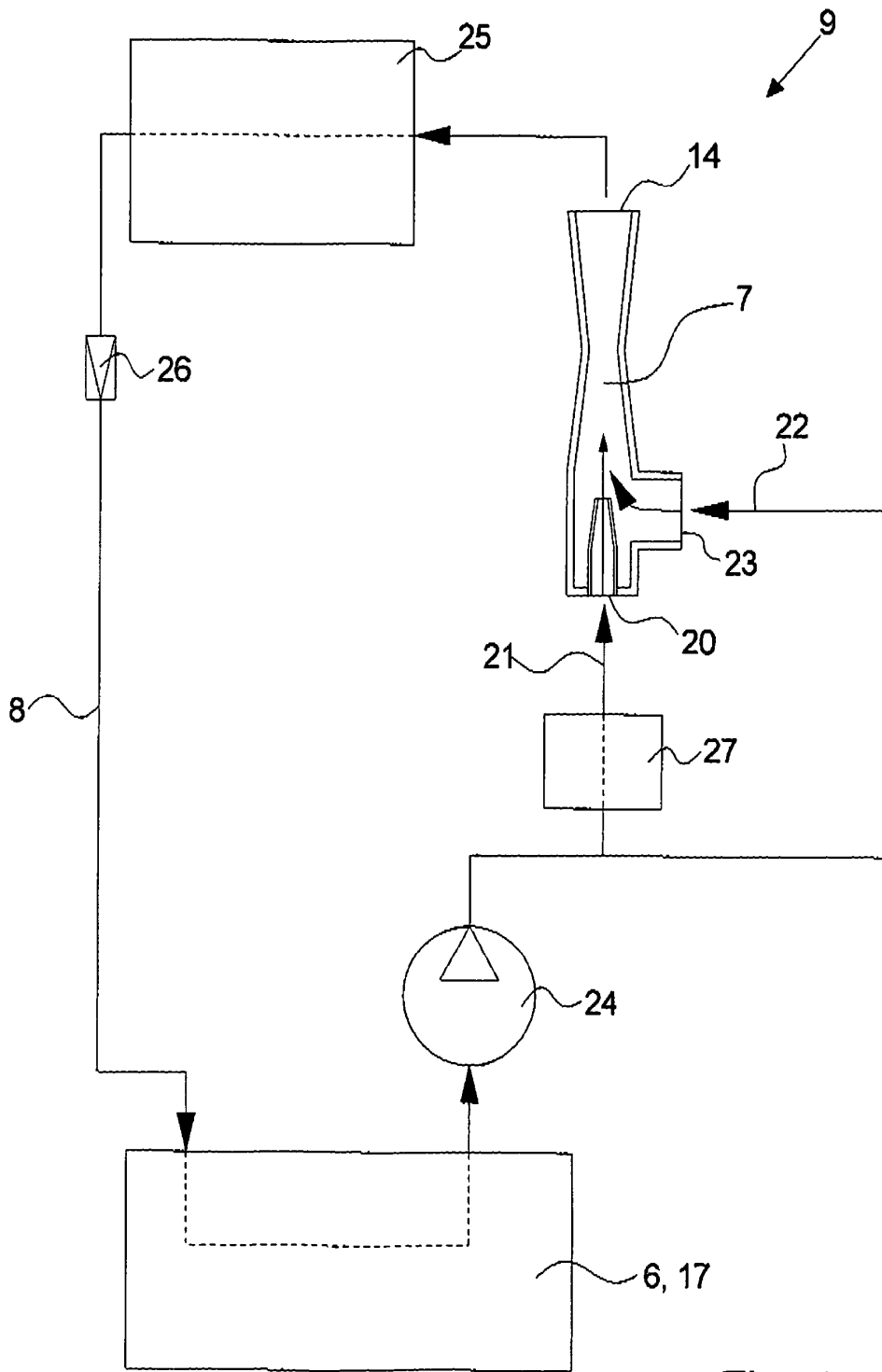


Fig. 5

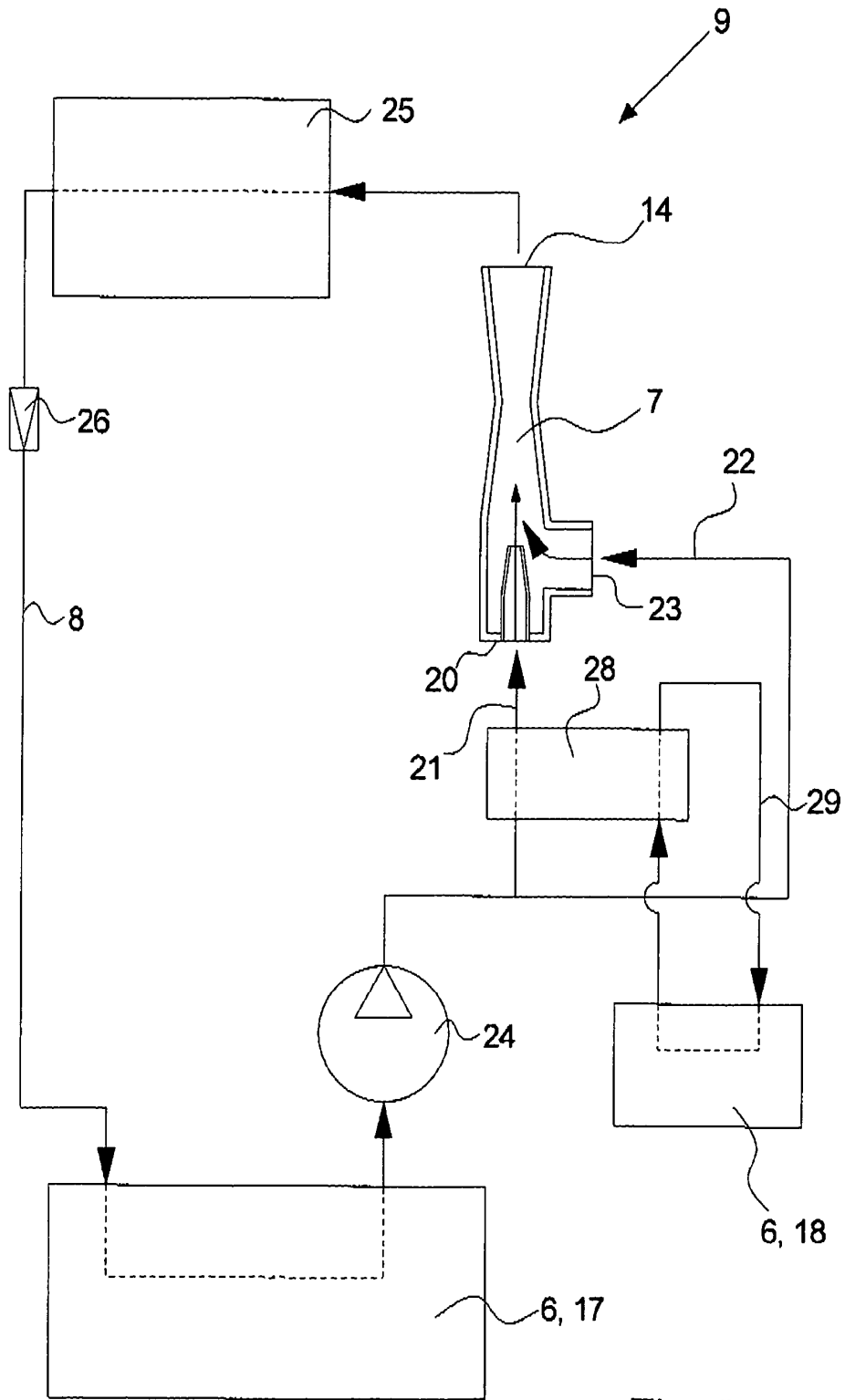


Fig. 6

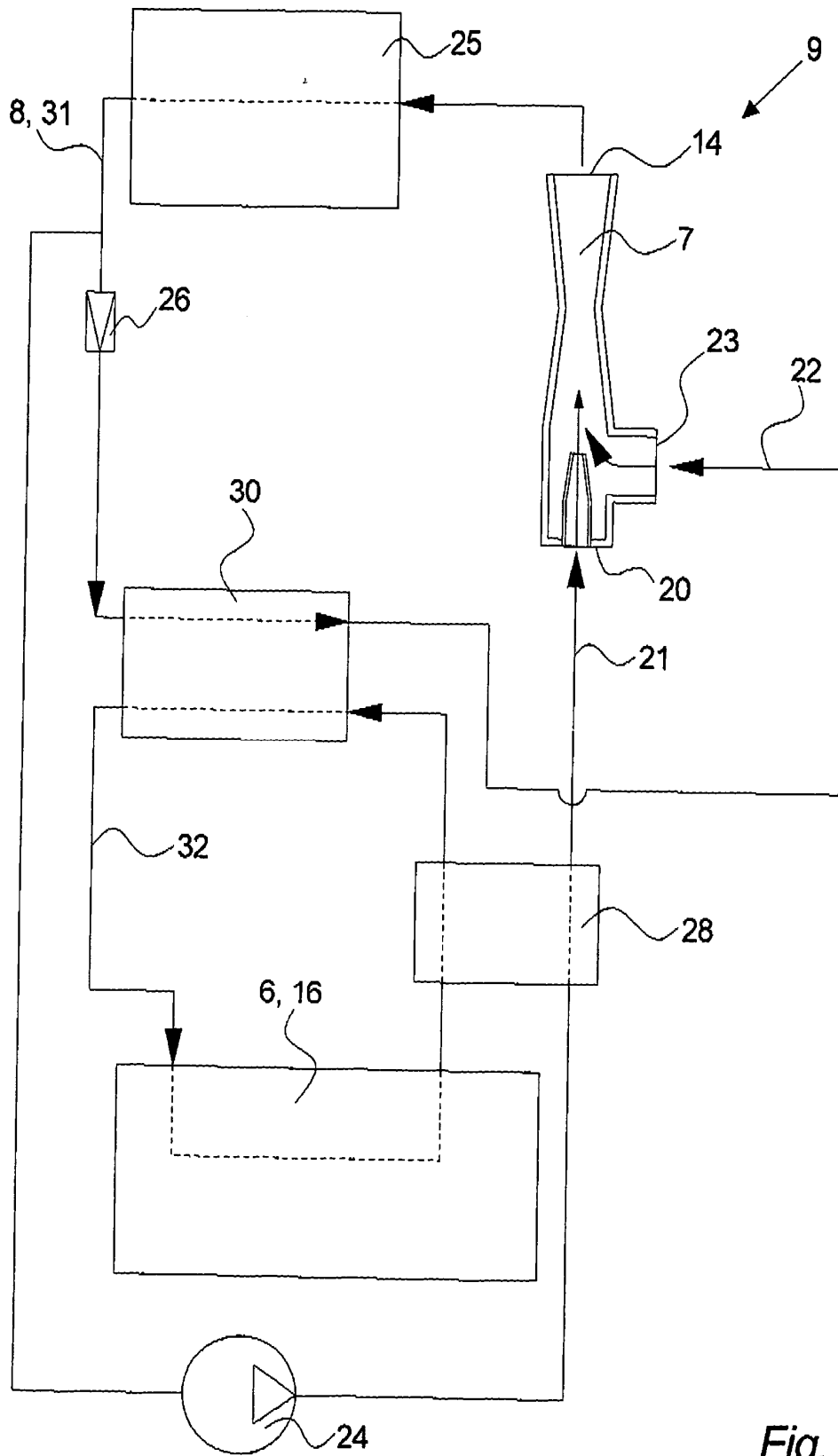


Fig. 7