

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 233**

51 Int. Cl.:

F03D 7/02 (2006.01)
H02K 7/102 (2006.01)
H02K 7/104 (2006.01)
H02K 7/18 (2006.01)
H02K 9/08 (2006.01)
H02K 9/19 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.09.2013 PCT/DK2013/050295**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **01.05.2014 WO2014063708**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2013 E 13771375 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.12.2016 EP 2912757**

54 Título: **Generador de turbina eólica que tiene un freno de corrientes parásitas, turbina eólica que tiene un generador de ese tipo y procedimientos asociados**

30 Prioridad:

24.10.2012 US 201213659464

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

23.05.2017

73 Titular/es:

**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 42
8200 Aarhus N, DK**

72 Inventor/es:

MONGEAU, PETER

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 613 233 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

Generador de turbina eólica que tiene un freno de corrientes parásitas, turbina eólica que tiene un generador de ese tipo y procedimientos asociados

5

Campo técnico

La invención se refiere en general a turbinas eólicas y, más particularmente, a un generador de turbina eólica que tiene un freno de corrientes parásitas situado dentro del generador, una turbina eólica que tiene dicho generador de turbina eólica y métodos para la operación de una turbina eólica que tenga un freno de corrientes parásitas dentro del generador de la turbina eólica.

10

Antecedentes

Las turbinas eólicas se usan para producir energía eléctrica usando un recurso renovable y sin la combustión de un combustible fósil. Generalmente, una turbina eólica convierte la energía cinética del viento en energía mecánica y entonces convierte posteriormente la energía mecánica en energía eléctrica. Una turbina eólica de eje horizontal incluye una torre, una góndola situada en la cima de la torre y un rotor que está soportado en la góndola. El rotor se acopla con un generador para la conversión de la energía cinética de las palas en energía eléctrica.

15

20

Las turbinas eólicas son máquinas macizas que tienen masas relativamente grandes que se mueven a tasas de velocidad relativamente altas. Por ejemplo, el rotor de una turbina eólica moderna puede pesar en el intervalo de 25-50 toneladas y tener velocidades de punta de pala de alrededor de 91,44 m/s. Adicionalmente, los componentes del generador, tales como el conjunto de rotor que lleva típicamente pesados imanes o similares, tienen un peso considerable y están sometidos a velocidades de rotación relativamente altas. Por ello, puede ser importante incorporar dentro de una turbina eólica medidas o sistemas configurados para controlar estos componentes y, más específicamente, para reducir la velocidad de rotación de estos componentes en ciertas condiciones.

25

Los diseños de turbina eólica convencionales pueden proporcionar un cierto número de formas para reducir la velocidad del rotor y del generador de la turbina eólica. Por ejemplo, muchas turbinas eólicas modernas incluyen mecanismos de paso de pala que permiten a las palas girar alrededor de su eje longitudinal para afectar a las fuerzas aerodinámicas que actúan sobre las palas. Los mecanismos de paso pueden usarse para cambiar el paso de las palas, por ejemplo, fuera del viento de modo que se ralentice el rotor de la turbina eólica y el generador. Así, por ejemplo, cuando las condiciones del viento se convierten en elevadas o excesivas, puede cambiarse el paso de las palas para reducir las fuerzas de elevación que actúan sobre las palas, y reducir así la velocidad del rotor y del generador operativamente acoplado al mismo. En un ejemplo adicional, en un fallo de red, la carga eléctrica sobre el generador cae bruscamente, provocando de ese modo que la velocidad del generador y la velocidad del rotor se incrementen bruscamente. En estas condiciones de sobrevelocidad puede cambiarse de nuevo el paso de las palas de tal forma que reduzca las velocidades del rotor y del generador.

30

35

40

Además de los mecanismos de paso, las turbinas eólicas pueden incluir también otros mecanismos de frenado configurados para reducir la velocidad del rotor o impedir que gire el rotor. En este sentido, las turbinas eólicas pueden incluir sistemas de frenado mecánico que se basan en la fricción entre dos superficies (por ejemplo, disco del rotor y zapatas) para reducir o restringir la rotación del rotor. Por ejemplo, se han usado varios sistemas de freno de tambor y disco en varias disposiciones de turbina eólica para reducir la velocidad del rotor y/o sujetar el rotor en una posición de estacionamiento.

45

Estos sistemas de frenado, sin embargo, no carecen de sus inconvenientes. En este sentido, el frenado del rotor basado en el paso puede imponer esfuerzos en otros componentes de la turbina eólica, tales como la torre o la cimentación de la turbina eólica, por ejemplo. Adicionalmente, los frenos de rotor basados en la fricción requieren un mantenimiento regular y piezas de repuesto, incluyendo la sustitución del disco y zapatas que están sometidos a desgaste y daños. Más aún, los frenos de rotor basados en la fricción son efectivos principalmente una vez que la velocidad de rotación del rotor de la turbina eólica ya se ha reducido significativamente. Por ello, estos tipos de frenos pueden no ser particularmente útiles en ciertas condiciones de alta velocidad cuando se desea reducir la velocidad del rotor.

50

55

En consecuencia, existe una necesidad de un sistema de frenado que acometa estos y otros inconvenientes de los sistemas de frenado de turbina eólica existentes. Más particularmente, existe una necesidad de un sistema de frenado que reduzca o elimine la necesidad de mantenimiento regular y piezas de repuesto, pueda usarse en un intervalo relativamente amplio de velocidades del rotor y minimice el impacto de un procedimiento de frenado sobre otros componentes o componentes adyacentes de la turbina eólica.

60

Sumario

De acuerdo con una realización, un generador de turbina eólica incluye una carcasa exterior, un árbol de accionamiento montado de modo giratorio dentro de la carcasa exterior, un conjunto de estátor situado dentro de la

65

carcasa exterior y un conjunto de rotor situado dentro de la carcasa exterior, en el que el conjunto de estátor se acopla a la carcasa exterior de modo que pueda ser fijo y el conjunto de rotor se acopla operativamente al árbol de accionamiento de modo que pueda girarse con el giro del árbol de accionamiento. El generador puede incluir adicionalmente un intercambiador de calor para la eliminación del calor del generador y un ventilador situado dentro de la carcasa exterior para la generación de un primer circuito de flujo de fluido dentro del generador configurado para transportar el calor desde al menos uno de los conjuntos de estátor y rotor al intercambiador de calor. El ventilador incluye una primera placa giratoria. De acuerdo con una realización de la invención, se sitúa un primer freno de corrientes parásitas dentro de la carcasa exterior e incluye un primer elemento giratorio. El primer elemento giratorio del primer freno de corrientes parásitas se sitúa en el primer circuito del flujo de fluido establecido por el ventilador de modo que el fluido que se mueve en el primer circuito de flujo de fluido pase sobre el primer elemento giratorio de modo que se refrigere el primer elemento giratorio.

En una realización de ejemplo, el primer freno de corrientes parásitas está integrado con el ventilador. Más específicamente, la primera placa giratoria del ventilador funciona como el primer elemento giratorio del primer freno de corrientes parásitas. El primer freno de corrientes parásitas puede incluir un primer conjunto magnético que incluye una pluralidad de módulos electromagnéticos situados en estrecha proximidad con el primer elemento giratorio, en el que el generador incluye adicionalmente un controlador para el control de la corriente a los módulos electromagnéticos de modo que controle el frenado proporcionado por el primer freno de corrientes parásitas.

El generador puede incluir un segundo freno de corrientes parásitas situado dentro de la carcasa exterior y que incluye un segundo elemento giratorio, en el que el segundo elemento giratorio se sitúa en el primer circuito de flujo de fluido establecido por el ventilador de modo que el fluido que se mueve en el primer circuito de flujo de fluido pase sobre el segundo elemento giratorio para que refrigere el segundo elemento giratorio. En una realización de ejemplo, el segundo freno de corrientes parásitas está integrado con un ventilador. Por ejemplo, el segundo freno de corrientes parásitas puede estar integrado con el mismo ventilador que está integrado con el primer freno de corrientes parásitas. El ventilador puede incluir una segunda placa giratoria, en el que la segunda placa giratoria del ventilador puede funcionar como el segundo elemento giratorio del segundo freno de corrientes parásitas. El segundo freno de corrientes parásitas puede incluir un segundo conjunto magnético que incluye una pluralidad de módulos electromagnéticos situados en estrecha proximidad con el segundo elemento giratorio, en el que el generador puede incluir un controlador para el control de la corriente a los módulos electromagnéticos de modo que controle el frenado proporcionado por el segundo freno de corrientes parásitas.

El generador puede incluir un segundo circuito de flujo de fluido que fluye a través del intercambiador de calor configurado para eliminar calor desde el primer circuito de flujo de fluido y transferir el calor fuera del generador. En este sentido, el intercambiador de calor puede incluir una pluralidad de conductos que se extienden a través del mismo configurados para transportar el fluido desde el primer conducto de flujo de fluido y mantener el fluido del primer circuito de flujo de fluido aislado del fluido del segundo circuito de flujo de fluido. En una realización de ejemplo, el intercambiador de calor puede incluir una camisa de agua. Más aún, el conjunto de rotor que gira con el árbol de accionamiento puede incluir una pluralidad de vías de paso que se extienden a lo largo de una longitud del mismo configuradas para transportar el fluido desde el primer circuito del flujo de fluido.

En una realización, una turbina eólica incluye una torre, una góndola dispuesta adyacente a una parte superior de la torre, un rotor que incluye un buje y al menos una pala de turbina eólica que se extiende desde el buje, y un generador dispuesto en la góndola. El generador incluye una carcasa exterior, un árbol de accionamiento montado de modo giratorio dentro de la carcasa exterior, un conjunto de estátor situado dentro de la carcasa exterior y un conjunto de rotor situado dentro de la carcasa exterior, en el que el conjunto de estátor se acopla a la carcasa exterior de modo que sea fijo y el conjunto de rotor se acopla operativamente al árbol de accionamiento de modo que se gire con el giro del árbol de accionamiento. El generador puede incluir adicionalmente un intercambiador de calor para la eliminación del calor del generador y un ventilador situado dentro de la carcasa exterior para la generación de un primer circuito de flujo de fluido dentro del generador configurado para transportar el calor desde al menos uno de los conjuntos de estátor y rotor al intercambiador de calor. El ventilador incluye una primera placa giratoria. Se sitúa un primer freno de corrientes parásitas dentro de la carcasa exterior e incluye un primer elemento giratorio. El primer elemento giratorio del primer freno de corrientes parásitas se sitúa en el primer circuito de flujo de fluido establecido por el ventilador de modo que el fluido que se mueve en el primer circuito de flujo de fluido pasa sobre el primer elemento giratorio de modo que refrigere el primer elemento giratorio.

En una realización adicional, un método de operación de un generador de turbina eólica que tiene una carcasa exterior, un árbol de accionamiento montado de modo giratorio dentro de la carcasa exterior, un conjunto de estátor situado dentro de la carcasa exterior, un conjunto de rotor situado dentro de la carcasa exterior y un intercambiador de calor incluye el accionamiento del árbol de accionamiento del generador usando un rotor de una turbina eólica; el giro del conjunto de rotor con relación al conjunto del estátor para generar electricidad; el establecimiento dentro de la carcasa exterior de un primer circuito de flujo de fluido configurado para transportar el calor al intercambiador de calor, siendo establecido el primer circuito de flujo de fluido por un ventilador que tiene una primera placa giratoria; la colocación de un primer freno de corrientes parásitas dentro de la carcasa exterior de modo que un primer elemento giratorio del primer freno de corrientes parásitas se sitúe en el primer circuito de flujo de fluido; el uso del primer freno de corrientes parásitas para aplicar una fuerza de frenado; y la refrigeración del primer elemento giratorio

mediante el paso del fluido que se mueve en el primer circuito de flujo de fluido sobre el primer elemento giratorio.

El método puede incluir adicionalmente la integración del primer freno de corrientes parásitas dentro del ventilador. Más particularmente, el método puede incluir el uso de la primera placa giratoria del ventilador como el elemento giratorio del primer freno de corrientes parásitas. Más adicionalmente, el método puede incluir proporcionar un segundo freno de corrientes parásitas situado en la carcasa exterior y que tiene un segundo elemento giratorio; la colocación del segundo elemento giratorio en el primer circuito de flujo de fluido; y la refrigeración del segundo elemento giratorio mediante el paso del fluido que se mueve en el primer circuito de flujo de fluido sobre el segundo elemento giratorio. El segundo freno de corrientes parásitas puede integrarse en un ventilador. El método puede incluir adicionalmente el uso de un segundo circuito de flujo de fluido para eliminar el calor del primer circuito de flujo de fluido y fuera del generador.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, que se incorporan en y constituyen una parte de la presente memoria, ilustran una realización de la invención y, junto con una descripción general de la invención dada anteriormente y la descripción detallada dada a continuación, sirven para explicar la invención.

La Fig. 1 es una vista en perspectiva parcialmente descubierta de una turbina eólica que tiene un generador de acuerdo con una realización de la invención;
 la Fig. 2 es una vista en perspectiva de un generador de acuerdo con una realización de la invención;
 la Fig. 3 es una vista en sección transversal parcial del generador mostrado en la Fig. 2;
 la Fig. 3A es una vista ampliada de la parte del generador mostrada en la Fig. 3;
 la Fig. 4 es un diagrama esquemático de un generador de turbina eólica de acuerdo con una realización de la invención;
 la Fig. 5 es una vista en perspectiva parcial de un conjunto de ventilador-freno de acuerdo con una realización de la invención;
 la Fig. 6 es una vista desmontada del conjunto de ventilador-freno mostrado en la Fig. 5;
 la Fig. 7 es un diagrama esquemático de un generador de turbina eólica de acuerdo con otra realización de la invención;
 la Fig. 8 es un diagrama esquemático de un generador de turbina eólica de acuerdo con otra realización de la invención;
 la Fig. 9 es un diagrama esquemático de un generador de turbina eólica de acuerdo con otra realización de la invención; y
 la Fig. 10 es un diagrama esquemático de un generador de turbina eólica de acuerdo con otra realización de la invención.

Descripción detallada

Con referencia a la Fig. 1 y de acuerdo con una realización de la invención, una turbina eólica 10 incluye una torre 12, una góndola 14 dispuesta en la cima de la torre 12 y un rotor 16 operativamente acoplado a un generador 18 alojado dentro de la góndola 14. Además del generador 18, la góndola 14 aloja diversos componentes requeridos para la conversión de la energía eólica en energía eléctrica y diversos componentes necesarios para operar, controlar y optimizar el rendimiento de la turbina eólica 10. La torre 12 soporta la carga presentada por la góndola 14, el rotor 16, el generador 18 y otros componentes de la turbina eólica 10 que se alojan dentro de la góndola 14. La torre 12 de la turbina eólica 10 también funciona para elevar la góndola 14 y el rotor 16 a una altura por encima del nivel del suelo o nivel del mar, según sea el caso, en el que se encuentran típicamente corrientes de aire de menor turbulencia que se mueven más rápidamente.

El rotor 16 de la turbina eólica 10, que se representa como una turbina eólica de eje horizontal, sirve como el impulsor principal para el sistema electromecánico. El viento que supere un nivel mínimo activará el rotor 16 y provocará el giro en una dirección sustancialmente perpendicular a la dirección del viento. El rotor 16 de la turbina eólica 10 incluye un buje central 20 y al menos una pala 22 que se proyecta hacia el exterior desde el buje central 20. En la realización representativa, el rotor 16 incluyen tres palas 22 en localizaciones circunferencialmente distribuidas alrededor de la misma, pero el número puede variar. Las palas 22 se configuran para interactuar con el flujo de aire que pasa para producir una elevación que provoca que el buje central 20 dé vueltas alrededor de un eje longitudinal 24. El diseño y construcción de las palas 22 son familiares para una persona experta en la materia y no se describirán adicionalmente. Por ejemplo, cada una de las palas 22 puede conectarse al buje central 20 a través de un mecanismo de paso (no mostrado) que permite que las palas varíen el paso bajo el control de un controlador de paso.

El rotor 16 puede montarse sobre un extremo de un árbol de accionamiento principal 26 que se extiende al interior de la góndola 14 y se soporta de modo giratorio en ella mediante un conjunto de cojinete principal 28 acoplado a la estructura de la góndola 14. El árbol de eje principal 26 se acopla operativamente a una o más etapas de engranajes, que pueden estar en la forma de una caja de engranajes 30, para producir una entrada mecánica más adecuada para el generador 18 localizado en la góndola 14. La caja de engranajes 30 se basa en varias

disposiciones de engranajes para proporcionar conversiones de par y velocidad a partir del giro del rotor y árbol de accionamiento principal 26 al giro de un árbol de accionamiento secundario 32 (Fig. 2) que funciona como una entrada para el generador 18. A modo de ejemplo, la caja de engranajes 30 puede transformar la velocidad de giro relativamente baja del árbol de accionamiento principal 26 (por ejemplo, 5 a 25 revoluciones por minuto (rpm)) a una

5 velocidad de giro relativamente alta (por ejemplo, 3000 rpm o más alta) del árbol de accionamiento secundario 32 que está acoplado mecánicamente al generador 18. Aunque se ha descrito la turbina eólica 10 como un sistema de accionamiento indirecto, debería considerarse que la turbina eólica puede configurarse también como un sistema de accionamiento directo y permanece dentro del alcance de la invención.

10 La turbina eólica 10 puede incluirse entre una colección de turbinas eólicas similares que pertenecen a una granja eólica o parque eólico que sirve como una planta de generación de energía conectada mediante líneas de transmisión con una red eléctrica, tal como una red eléctrica de corriente alterna (CA) trifásica. La red eléctrica consiste generalmente en una red de estaciones de generación, circuitos de transmisión y subestaciones acopladas

15 mediante una red de líneas de transmisión que transmiten la potencia a las cargas en la forma de usuarios finales y otros clientes de las compañías eléctricas. En circunstancias normales, la potencia eléctrica se suministra desde el generador 18 a la red eléctrica tal como es conocido por un experto en la materia.

De acuerdo con un aspecto de la invención puede incorporarse un conjunto de freno, y más específicamente un freno de corrientes parásitas, dentro del generador de la turbina eólica. Tal como se explicará con más detalle a

20 continuación, la incorporación del freno de corrientes parásitas dentro del generador puede proporcionar ciertos beneficios no disponibles actualmente. Más particularmente, la localización del freno de corrientes parásitas dentro del generador puede mejorar la refrigeración del freno y proporcionar así capacidades de frenado mejoradas o incrementadas para la turbina eólica. Adicionalmente, la localización del freno de corrientes parásitas dentro del generador puede permitir a los diseñadores y fabricantes del generador combinar ciertas funciones o componentes

25 de modo que se reduzca el número de componentes, tiempo de montaje y costes globales. Con este fin y como se explicará a continuación, el freno de corrientes parásitas puede integrarse con un ventilador usado para refrigerar los componentes productores de calor del generador.

En este sentido, y con referencia a la Fig. 2, el generador 18 incluye una carcasa exterior 34 configurada para

30 contener y proteger los diversos componentes internos del generador 18 y uno o más soportes 36 para el soporte del generador 18 y para sujetar el generador 18 a la góndola 14, tal como a un suelo o un bastidor de soporte de la góndola 14. Debido a que el generador 18 es una máquina giratoria, la carcasa exterior 34 puede ser generalmente de forma cilíndrica y tener un primer extremo frontal 38, un segundo extremo posterior 40 y una pared lateral 42 que se extiende entre ellos. La configuración cilíndrica de la carcasa exterior 34 es, sin embargo, meramente un ejemplo

35 y son posibles otras formas y configuraciones para la carcasa exterior 34. Puede disponerse un árbol de accionamiento 44 del generador dentro de la carcasa exterior 34 y configurarse para ser giratorio con relación a la carcasa exterior 34 alrededor de un eje central 46 definido por ella. En este sentido, el árbol de accionamiento 44 puede soportarse de modo giratorio con relación a la carcasa exterior 34 mediante uno o más conjuntos de cojinetes 48 (Fig. 3). Dado que dichos conjuntos de cojinetes son generalmente bien conocidos en la técnica, no se considera

40 necesaria ninguna descripción adicional de los mismos. Una parte del árbol de accionamiento 44 del generador puede extenderse desde el extremo frontal 38 de la carcasa exterior 34 en donde puede acoplarse al árbol de accionamiento secundario 32 sobre el lado exterior de la caja de engranajes 30 a través de un acoplamiento mecánico 50 adecuado, como es conocido en general en la técnica. En consecuencia, el árbol de accionamiento 44 del generador gira con el giro del árbol de accionamiento secundario 32, que es accionado por el rotor 16.

45

El generador 18 incluye un conjunto de estátor 52 y un conjunto de rotor 54, ambos mostrados esquemáticamente en las Figs. 3 y 3A, dispuestos de manera concéntrica relativamente entre sí dentro de la carcasa exterior 34. En una realización de ejemplo, el conjunto de estátor 52 es generalmente fijo e inmóvil mientras que el conjunto de rotor 54 se configura para girar con relación al conjunto de estátor 52. Por ello, en la realización de ejemplo, el conjunto

50 de estátor 52 puede acoplarse operativamente a la carcasa exterior 34 o a un bastidor o pared de soporte 56 de la carcasa exterior 34, y el conjunto de rotor 54 puede acoplarse operativamente al árbol de accionamiento 44 del generador, en el que el conjunto de estátor 52 se dispone radialmente hacia el exterior del conjunto de rotor 54. Por ejemplo, el conjunto de rotor 54 puede incluir un bastidor o soporte 58 que se acopla al árbol de accionamiento 44 de modo que el conjunto de rotor 54 gire con el giro del árbol de accionamiento 44.

El conjunto de estátor 52 incluye generalmente una pluralidad de bobinas (mostradas esquemáticamente). Dado que las bobinas, y en particular su construcción y disposición en el conjunto de estátor 52 son conocidas en general por los expertos en la materia, no se considera necesaria ninguna explicación adicional para entender los diversos

60 aspectos de la invención. El conjunto de rotor 54 incluye generalmente una pluralidad de elementos magnéticos para la generación de un campo magnético que induce una corriente en las bobinas que se soportan en el conjunto de estátor 52. En una realización, se contempla que pueden portarse imanes permanentes por el conjunto de rotor 54. En otra realización, sin embargo, se contempla que pueden portarse electroimanes por el conjunto de rotor 54. Dado que los imanes, y en particular su construcción y disposición dentro del conjunto de rotor 54 son conocidos en general por los expertos en la materia, no se considera necesaria ninguna explicación adicional para entender los

65 diversos aspectos de la invención. En cualquier caso, el conjunto de estátor 52 y el conjunto de rotor 54 del generador 18 cooperan para convertir la energía mecánica recibida desde el rotor de turbina eólica 16 en energía

eléctrica de modo que la energía cinética del viento se recoja para generación de energía. Específicamente, el movimiento de los imanes del conjunto de rotor 54 pasando por las bobinas fijas del conjunto de estátor 54 induce una corriente eléctrica en las bobinas de acuerdo con los preceptos de la ley de Faraday.

- 5 En el ejemplo anterior, el conjunto de rotor 54 se describe como la fuente de campo (es decir, el componente de excitación) del generador 18 y el conjunto de estátor 52 se describe como la fuente de corriente (es decir, el devanado de armadura). En realizaciones alternativas, sin embargo, el conjunto de rotor 54 puede comprender la fuente de corriente y el conjunto de estátor 52 puede comprender la fuente de campo. Más aún, los expertos en la materia valorarán disposiciones de generador en las que el conjunto de estátor 52 se dispone radialmente hacia el interior del conjunto de rotor 54 en lugar de viceversa. Por ello, los aspectos de la invención no están limitados a lo que se muestra y describe en el presente documento.

15 El generador 18 incluye un intercambiador de calor 60 para la eliminación del calor producido por los diversos componentes del generador 18. En una realización de ejemplo, el intercambiador de calor 60 puede incluir una camisa de agua 62 que tiene paredes que definen una cavidad interior cerrada 64 que está en comunicación para fluidos con una fuente de agua 66 para proporcionar agua a la camisa 62. Por ejemplo, en una realización, la camisa de agua 62 puede situarse en general dentro de la carcasa exterior 34 de modo que las paredes de la camisa 62 puedan formarse por una pared de carcasa exterior 68 y la pared de soporte interior 56 a la que puede acoplarse el conjunto de estátor 52. La camisa de agua 62 incluye adicionalmente una pared de extremo posterior 70 que se extiende entre las paredes 68, 56 para el cierre de la cavidad interior 64 en la parte posterior del generador 18. Una pared de extremo frontal (no mostrada) se extiende de modo similar entre las paredes 68, 56 en la parte frontal del generador para el cierre de la cavidad interior 64 en ese extremo. Por ello, la cavidad interior 64 de la camisa de agua 62 está aislada para fluidos del interior del generador 18 de modo que el agua permanece separada de los componentes eléctricos del generador 18 (tales como las bobinas e imanes de los conjuntos de estátor y rotor 52, 54, respectivamente). Aunque se usa en el presente documento la expresión camisa de agua, se debe considerar que la invención no está limitada al uso de agua como el refrigerante del intercambiador de calor 60. En este sentido, pueden usarse otros refrigerantes fluidos con la camisa 62 para transportar el calor fuera del generador 18.

30 La camisa de agua 62 incluye una o más entradas 72 en comunicación para fluidos con la fuente de agua 66, de modo que el agua pueda fluir desde la fuente de agua 66 hacia la cavidad interior 64 de la camisa de agua 62 bajo presión, por ejemplo, de una bomba 74 acoplada operativamente a la fuente de agua 66. El agua que fluye a través de la cavidad interior 64 recoge el calor que se está generando por el generador 18, tal como por los conjuntos de estátor y rotor 52, 54, y transfiere el calor fuera del generador 18. En este sentido, la camisa de agua 62 incluye una o más salidas (no mostradas) en comunicación con un depósito de fluido para la recogida del agua calentada. Puede proporcionarse un segundo intercambiador de calor, tal como un radiador o similares, y asociarse con la salida o el depósito para la eliminación del calor recogido por el agua que fluye a través de la camisa de agua 62. Por ejemplo, el calor puede transferirse al entorno circundante. En cualquier caso, el agua refrigerada desde el segundo intercambiador de calor puede recircularse a continuación mediante la dirección del agua de vuelta hacia la entrada 72 de la camisa 62. De ese modo, el agua (u otro refrigerante) que fluye a través de la camisa 62 representa un primer circuito de flujo de fluido 76 (Fig. 4) en el que el calor del generador 18 se transfiere al agua y posteriormente se rechaza hacia el ambiente 78, por ejemplo.

45 El intercambiador de calor 60 es capaz de transferir el calor fuera del generador 18 mediante un modo de transferencia de calor por conducción. Por ejemplo, el calor generado por el conjunto de estátor 52 puede transferirse a través de las paredes de la camisa 62 y al agua que fluye a través de ellas debido a la proximidad del conjunto de estátor 52 con relación a la camisa 62. Sin embargo, para incrementar la eficiencia del intercambiador de calor 60, así como para facilitar la eliminación del calor del conjunto de rotor 54, que está más separado de la camisa de agua 62, puede establecerse un segundo circuito de flujo de fluido 80 para la transferencia del calor desde los componentes que generan calor 82 del generador 18 y al agua en el primer circuito de flujo de fluido 76 a través de un modo de transferencia de calor por convección forzada. En este sentido, el segundo circuito de flujo de fluido 80 puede incluir un circuito de flujo de aire establecido en el interior del generador 18, en el que el aire se mueve sobre o a través del conjunto de estátor 52 y/o del conjunto de rotor 54, y/u otros componentes que generan calor para recoger el calor desde los mismos. El aire puede dirigirse entonces a través de la camisa 62 de modo que el calor en el aire se transfiera al agua que fluye a través de la camisa 62, refrigerando de ese modo el generador 18.

60 Con este fin, y para establecer el circuito de flujo de aire 80 en el generador 18, el conjunto de rotor 54 incluye una pluralidad de vías de paso 84 que se extienden en general a lo largo de la dirección longitudinal del conjunto de rotor 54. El número de vías de paso 84 y su tamaño pueden variar dependiendo de la aplicación específica y los expertos en la materia reconocerán cómo configurar las vías de paso 84 para conseguir una transferencia de calor suficiente desde el conjunto de rotor 54. En cualquier caso, cada extremo 86 de las vías de paso 84 puede estar en comunicación para fluidos con un espacio abierto, interior 88 del generador 18 dentro de la carcasa exterior 34 en los extremos frontal y posterior de los mismos (solo se muestra el posterior en las Figs. 3 y 3A). De una forma similar, el intercambiador de calor 60, y más particularmente la camisa de agua 62, puede incluir una pluralidad de conductos 90 que se extienden a lo largo de la longitud longitudinal de la camisa de agua 62 y a través de la cavidad interior 64 de la misma. El número de conductos 90 y su tamaño pueden variar dependiendo de la aplicación

específica y los expertos en la materia reconocerán cómo configurar los conductos 90 para conseguir una transferencia de calor suficiente desde el aire y al agua. Los conductos 90 están aislados para fluidos del agua que fluye en la cavidad interior 64 de la camisa 62 de modo que no hay mezcla de las corrientes de agua y aire. Los conductos 90 se extienden a través de las paredes de extremo 70 de la camisa 62 de modo que sus extremos 92 están abiertos al espacio interior 88 dentro de la carcasa exterior 34 en los extremos frontal y posterior de los mismos (de nuevo solo se muestra el posterior en la Fig. 3). El espacio interior 88 en los extremos frontal y posterior del generador 18 y las vías de paso 84 y conductos 90 definen el circuito de flujo de aire 80 dentro del generador 18.

La Fig. 4 es un esquema del generador 18 y el intercambiador de calor 60 de acuerdo con esta realización. En esta figura, los componentes que generan calor 82 del generador 18, tales como los conjuntos de estátor y rotor 52, 54, transfieren su calor al fluido en el segundo circuito de flujo de fluido 80 (por ejemplo, el circuito de flujo de aire). El calor en el segundo circuito de flujo de fluido 80 se transfiere entonces al primer circuito de flujo de fluido 76 (por ejemplo el circuito de flujo de agua) en el intercambiador de calor 60. El calor puede transferirse también al primer circuito de flujo de fluido 76 directamente desde los componentes que generan calor 82. El calor en el primer circuito de flujo de fluido 76 puede transferirse entonces al entorno 78 o a otro disipador térmico adecuado. Tal como se explicará a continuación, el intercambiador de calor 60 o capacidades de eliminación de calor del generador 18 pueden ser un aspecto importante para la incorporación del freno de corrientes parásitas dentro del generador 18.

Para crear un circuito de flujo de aire 80 a través del intercambiador de calor 60, como se ha descrito anteriormente, el generador 18 incluye un impulsor primario para provocar que el aire fluya a través del generador 18 y establecer de ese modo el circuito de flujo de aire 80. De acuerdo con un aspecto de la invención, el generador 18 incluye un soplador o ventilador 94 para la generación de un flujo de aire a través del generador 18. En este sentido y con referencia a las Figs. 5 y 6, el ventilador 94 incluye una placa base 96 generalmente circular, con forma de disco que tiene una superficie interior 98 generalmente plana y una superficie exterior 100 generalmente plana conectadas mediante una pared lateral exterior 102. La placa base 96 puede configurarse como un elemento de placa generalmente sólido fabricado de, por ejemplo, acero u otro metal o material adecuado. La placa base 96 incluye una abertura central 104 configurada para recibir el árbol de accionamiento 44 del generador a través de ella cuando se monta (Figs. 3 y 3A). En una realización, la placa base 96 puede incluir un collarín 106 que tiene un reborde formado de modo integral con, o acoplado a, la placa base 96, y una extensión tubular que se extiende fuera desde la superficie interior 98 hacia el extremo frontal del generador y que define la abertura central 104. La placa base 96 se configura para sujetarse de modo fijo al árbol de accionamiento 44, tal como en el collarín 106, de modo que la placa base 96 gire con el giro del árbol de accionamiento 44.

El ventilador 94 incluye adicionalmente una pluralidad de palas o paletas 112 configuradas para incrementar la presión del aire en el ventilador 94 y para dirigir el flujo de aire hacia una periferia 114 del ventilador 94. En una realización de ejemplo, las paletas 112 pueden configurarse como placas rectangulares con forma generalmente en arco que tienen un primer borde lateral 116 sujetado de modo fijo a la superficie interior 98 de la placa base 96, un segundo borde lateral 118, un borde de extremo posterior 120 de las paletas 112 colocado adyacente a la pared lateral 102 de la placa base 96 y un borde de extremo interior 122 situado adyacente, pero separado de la abertura central 104. Las paletas 112 pueden fabricarse de acero u otro metal o material adecuado y acoplarse a la placa base 96 mediante soldadura u otro proceso adecuado. Cada uno de los bordes de extremo interior 122 de las paletas 112 puede situarse en un radio fijo desde el eje central 46 y fuera del collarín 106. Como se ha ilustrado en la Fig. 6, el ventilador 94 puede incluir adicionalmente una placa de cobertura 124 generalmente circular, con forma de disco, que tiene una superficie exterior 126, una superficie interior 128 y una pared lateral exterior 130 que se extiende entre ellas. La placa de cobertura 124 puede configurarse como un elemento de placa generalmente sólido fabricado de acero u otro metal o material adecuado. La superficie exterior 126 de la placa de cobertura 124 puede acoplarse al segundo borde lateral 118 de las paletas 112, tal como mediante soldadura o fijaciones adecuadas. La placa de cobertura 124 incluye también una abertura central 132 que define una pared lateral interior 134, que en una realización de ejemplo puede localizarse en un extremo de terminación de un labio dirigido al exterior desde la superficie interior 128 y hacia el extremo frontal 38 del generador 18. La abertura central 132 puede ser generalmente mayor que la abertura central 104 a través de la placa base 96 o definida por el collarín 106. En una realización de ejemplo, la pared lateral interior 134 de la placa de cobertura 124 puede localizarse de modo que esté adyacente al borde de extremo interior 122 de las paletas 112 (Figs. 3 y 3A). Como se ilustra en la Fig. 3 y se explica con más detalle a continuación, la abertura central 132 en la placa de cobertura 124 funciona como una abertura 136 entre el árbol de accionamiento 44 del generador y la pared lateral interior 134 para el arrastre de aire desde el espacio interior 88 del generador al interior del ventilador 94.

En funcionamiento, y tal como se ilustra mejor en las Figs. 3 y 3A, el giro del árbol de accionamiento 44 del generador, tal como, por ejemplo, a partir del árbol de accionamiento 32 secundario (y del rotor 16), provoca que el ventilador 94 y, más específicamente, la placa base 96, las paletas 112 y la placa de cobertura 124 giren alrededor del eje central 46. Este giro provoca que el aire en el espacio interior 88 del generador 18, tal como en su extremo posterior tal como se muestra en las Figs. 3 y 3A, sea arrastrado al interior del ventilador 94 a través de la abertura 136. El aire atraviesa los espacios intersticiales entre paletas adyacentes 112 y se expulsa desde el ventilador 94 a lo largo de su periferia 114. El aire a alta presión se expulsa al interior del espacio de cabeza 138 en comunicación para fluidos con los extremos 92 de los conductos 90 que se extienden a través de la camisa de agua 62. Tal como se ha descrito anteriormente con referencia a la Fig. 4, el calor en el aire se transfiere al agua que fluye a través de

la camisa de agua 62. El aire ahora refrigerado, que está aún bajo presión debido al ventilador 94, es dirigido fuera de los extremos 92 de los conductos 90 en el extremo frontal del generador 18 al interior de un espacio interior 88 en comunicación para fluidos con los extremos 86 de las vías de paso 84 que se extienden a través del conjunto de rotor 54. Los espacios residuales en el generador 18, tal como a través del conjunto de estátor 52, pueden proporcionar también vías de paso de flujo de aire adicionales por medio o a través de los componentes que generan calor 82. Cuando el aire atraviesa estas vías de paso, se transfiere calor desde los componentes que generan calor 82 al aire. El aire ahora calentado sale por los extremos 86 de las vías de paso 84 en el extremo posterior del generador 18 y es arrastrado de nuevo al interior del ventilador 94 para completar y repetir el circuito de flujo de aire 80.

Como se ha mencionado anteriormente, y en un aspecto adicional de la invención, se incorpora un freno de corrientes parásitas dentro del generador 18. Más particularmente, el freno de corrientes parásitas puede situarse dentro de la carcasa exterior 34 del generador 18. Incluso más específicamente, en una realización de ejemplo, el freno de corrientes parásitas puede integrarse con el ventilador 94 usado para generar el circuito de flujo de aire 80 dentro del generador 18, tal como se ha descrito anteriormente. La estructura y principios de funcionamiento de los frenos de corrientes parásitas son generalmente bien entendidos e incluyen globalmente un disco o elemento metálico giratorio localizado dentro de un campo magnético generado, por ejemplo, por imanes en la proximidad del elemento giratorio. El paso del elemento metálico a través del campo magnético crea corrientes parásitas en el elemento. Las corrientes parásitas, a su vez, generan un campo magnético en oposición de acuerdo con la ley de Lenz que se opone al giro del elemento. Esta fuerza de oposición funciona de modo eficaz como una fuerza de frenado para ralentizar el giro del elemento. El resultado neto es que el movimiento del elemento giratorio se convierte en calor en el elemento giratorio. Por ello, el elemento giratorio puede convertirse en extremadamente caliente dependiendo de, por ejemplo, la cantidad de frenado requerido. Los imanes que generan el campo magnético pueden ser imanes permanentes, pero preferentemente incluyen electroimanes. El uso de electroimanes permite que se controle la corriente a las bobinas de los electroimanes, lo que a su vez permite que se controle la intensidad del campo magnético. La intensidad de las corrientes parásitas creadas dentro del elemento giratorio está relacionada con la intensidad del campo magnético, de modo que mediante el control de la corriente a los electroimanes puede controlarse la fuerza de frenado sobre el elemento giratorio.

Las Figs. 3 y 3A, 5 y 6 ilustran una realización de ejemplo de un freno de corrientes parásitas, mostrado en general en 150, incorporado dentro del generador 18. El freno de corrientes parásitas 150 incluye un conjunto magnético 152 y un elemento giratorio 154 en la proximidad del conjunto magnético 152. El conjunto magnético 152 incluye una placa de soporte 156 generalmente circular, con forma de disco que tiene una superficie interior 158 generalmente plana y una superficie exterior 160 generalmente plana conectadas mediante una pared lateral exterior 162 (Fig. 3). La placa de soporte 156 puede configurarse como un elemento de placa generalmente sólido fabricado de, por ejemplo, acero u otro metal o material adecuado. La placa de soporte 156 incluye una abertura central 164 que define una pared lateral interior 166. La placa de soporte 156 puede configurarse para acoplarse a las partes fijas del generador 18 de modo que no gire con el giro del árbol de accionamiento 44.

Pueden acoplarse una pluralidad de módulos electromagnéticos 168 a la superficie interior 158 de la placa de soporte 156 y espaciados circunferencialmente alrededor de la misma tal como se muestra en la Fig. 6, de modo que sustancialmente toda la circunferencia de la placa de soporte 156 (por ejemplo, adyacente a la pared lateral exterior 162) incluye un módulo electromagnético 168. Los módulos electromagnéticos 168 pueden configurarse como electroimanes de CC. Dado que la construcción y disposición de los módulos electromagnéticos 168 es generalmente conocida por los expertos en la materia, no se considera necesaria ninguna explicación adicional para entender los diversos aspectos de la invención. En cualquier caso, los módulos electromagnéticos 168 pueden acoplarse operativamente a un controlador, mostrado esquemáticamente en 170, para el control de la corriente suministrada a los módulos 168, controlando así la fuerza de frenado sobre el árbol de accionamiento 44 del generador tal como se ha explicado anteriormente (Fig. 3A).

Como se ilustra en las Figs. 3 y 3A, el conjunto magnético 152 puede colocarse en estrecha proximidad con el ventilador 94. Más particularmente, el conjunto magnético 152 puede localizarse de modo que los módulos electromagnéticos 168 estén adyacentes y generalmente enfrentados a la superficie exterior 100 de la placa base 96 del ventilador 94, tal como estando separados por un pequeño espacio de aire. En esta forma, y en un aspecto de la invención, la placa base 96 del ventilador 94 puede usarse como el elemento giratorio 154 del freno de corrientes parásitas 150. De ese modo, en esta realización, el ventilador 94 y el freno de corrientes parásitas 150 se combinan en una forma que proporcionen un conjunto de ventilador-freno 172 integrado. En este contexto, integrado significa que al menos un componente del ventilador 94 se usa como un componente del freno de corrientes parásitas 150. Como se ha señalado anteriormente, en esta realización, la placa base 96 del ventilador 94 se usa como el disco giratorio o elemento giratorio 154 del freno de corrientes parásitas 150. De ese modo se consigue un uso más eficiente de componentes existentes.

En el uso, durante las operaciones normales de la turbina eólica 10 no se suministra ninguna corriente a los módulos electromagnéticos 168, tal como se dicta, por ejemplo, por el controlador 170. En consecuencia, los módulos electromagnéticos 168 no generan un campo eléctrico y por ello no se aplica ninguna fuerza de frenado a la placa base 96 del ventilador 94 (que funciona como el elemento giratorio 154 del freno de corrientes parásitas 150). Sin

embargo, cuando se desea reducir la velocidad de rotación del rotor 16 del generador 18, tal como durante condiciones de alta velocidad, un fallo de red, o cualesquiera otras condiciones de sobrevelocidad, el controlador 170 puede configurarse para suministrar una corriente a los módulos electromagnéticos 168. Como se ha señalado anteriormente, esto provoca que se aplique una fuerza de frenado a la placa base 96 del ventilador 94, y en consecuencia al árbol de accionamiento 44 y finalmente al rotor 16 a través del tren de accionamiento de la turbina eólica. En consecuencia, el rotor 16 y el árbol de accionamiento 44 del generador reducen su velocidad como resultado del frenado. La cantidad de frenado, y por ello la cantidad de corriente suministrada a los módulos electromagnéticos 168, puede variar dependiendo de la aplicación específica y otros factores. Los expertos en la materia reconocerán la cantidad de corriente a suministrar a los módulos electromagnéticos 168 para conseguir el frenado deseado en la turbina eólica 10.

Como se ha señalado anteriormente, la operación de frenado provoca que el elemento giratorio 154, que en este caso es la placa base 96 del ventilador 94, se caliente. En otro aspecto de la invención, la integración del ventilador 94 y del freno de corrientes parásitas 150 puede proporcionar ciertos beneficios. En este sentido, la placa base 96 es parte del circuito de flujo de aire 80 establecido dentro del generador 18. De ese modo, el aire en movimiento provocado por el ventilador 94 fluye sobre la placa base 96 calentada (por ejemplo, cuando atraviesa el espacio intersticial entre las paletas 112) y el calor se transfiere desde la placa base 96 al aire. Esto proporciona un efecto de refrigeración a la placa base 96. Naturalmente, el calor transferido al aire desde la placa base 96 puede transferirse al agua que fluye a través de la camisa de agua 62 tal como se ha descrito anteriormente. De ese modo, mediante la integración del freno de corrientes parásitas 150 con el ventilador 94, el intercambiador de calor 60 del generador 18 puede usarse para extraer calor del mismo. La Fig. 4 ilustra esquemáticamente esta realización de ejemplo. En este sentido, el solape entre el ventilador 94 y el freno de corrientes parásitas 150 (representado como rayado cruzado) ilustra que la placa base 96 / elemento giratorio 154 son compartidos entre los dos componentes. La Fig. 4 también ilustra que el componente compartido (placa base 96 del ventilador 94 / elemento giratorio 154 del freno de corrientes parásitas 150) se incorpora dentro del circuito de flujo de aire 80 establecido dentro del generador 18 de modo que el componente compartido se refrigere por el flujo de aire.

La capacidad para refrigerar el elemento giratorio 154 del freno de corrientes parásitas 150 (por ejemplo, la placa base 96) puede proporcionar ciertas ventajas. Por ejemplo, la cantidad de frenado del rotor o generador puede limitarse por la cantidad de calentamiento permitida dentro del elemento giratorio 154. Por ejemplo, la temperatura del elemento giratorio 154 puede no superar una temperatura máxima debido a, por ejemplo, ciertos requisitos de materiales o estructurales. Si el elemento giratorio 154 se refrigera activamente, entonces la cantidad de frenado proporcionado por el freno de corrientes parásitas puede incrementarse significativamente. Por ello, puede aplicarse un frenado más agresivo. Adicionalmente, en frenos de corrientes parásitas convencionales, el elemento giratorio se refrigera típicamente mediante convección libre, lo que en muchos casos es significativamente menos eficiente que la convección forzada. Por ello, puede llevar un tiempo relativamente largo para que el elemento giratorio se refrigere después de ser calentado por una operación de frenado. Esto puede convertirse en problemático en situaciones en las que la frecuencia de frenado puede ser alta o se alcance la temperatura máxima del elemento giratorio. En la presente invención, el uso de convección forzada para refrigerar el elemento giratorio permite que el elemento giratorio se refrigere más rápidamente, haciendo así al frenado que usa el freno de corrientes parásitas más fácilmente disponible, incluso en situaciones de alta frecuencia.

Aunque lo anterior describe una realización de ejemplo de la invención, hay varias realizaciones alternativas que permanecen dentro del alcance de la presente invención. Como se ha descrito anteriormente, el conjunto de ventilador-freno 172 integrado incluye un único elemento giratorio 154 y un único conjunto magnético 152. Sin embargo, pueden incluirse parejas adicionales de elemento giratorio/conjunto magnético dentro del generador 18. A modo de ejemplo y tal como se ilustra en la Fig. 7, la placa de cobertura 124 del ventilador 94 puede funcionar como un elemento giratorio 154 para un segundo freno de corrientes parásitas en el lado interior del ventilador 94. En este sentido, puede situarse un segundo conjunto magnético en estrecha proximidad a la placa de cobertura 124 de modo que los módulos electromagnéticos llevados en ella estén adyacentes y generalmente enfrentados a la superficie interior 128 de la placa de cobertura 124 del ventilador 94. Los módulos electromagnéticos del segundo conjunto magnético pueden acoplarse al controlador 170 de modo que se controle el frenado proporcionado por este freno de corrientes parásitas adicional.

De modo similar a lo anterior, una operación de frenado provocará que la placa de cobertura 124 se caliente. Sin embargo, de modo similar a la placa base 96, la placa de cobertura 124 es parte del circuito de flujo de aire 80 establecido dentro del generador 18. De ese modo, el aire en movimiento provocado por el ventilador 94 fluye sobre la placa de cobertura 124 calentada (por ejemplo, cuando atraviesa el espacio intersticial entre las paletas 112) y el calor se transfiere desde la placa de cobertura 124 al aire. Esto proporciona un efecto de refrigeración a la placa de cobertura 124 y el calor transferido al aire desde la placa de cobertura 124 se transfiere al agua que fluye a través de la camisa de agua 62 tal como se ha descrito anteriormente. Los expertos en la materia reconocerán cómo dimensionar el ventilador 94 de modo que se proporcione una cantidad suficiente de refrigeración para hacer que se proporcione la cantidad deseada de frenado que se ha de efectuar por el (los) freno(s) de corrientes parásitas 150.

Además de un freno de corrientes parásitas 150 simple o doble en el extremo posterior del generador 18, en otra realización alternativa pueden proporcionarse uno o más frenos de corrientes parásitas 150 en el extremo frontal del

- 5 generador 18. Dado que se proporciona un ventilador en el extremo posterior del generador 18, es decir, el ventilador 94, el freno de corrientes parásitas en el extremo frontal del generador 18 puede estar o no integrado dentro de un ventilador. En aquellos casos en los que no se proporciona un ventilador, puede proporcionarse un elemento giratorio 154 similar a la placa base 96 (es decir, sin las paletas 112 y placa de cobertura 124). Puede
- 10 proporcionarse un conjunto magnético en un lado del elemento giratorio (freno de corrientes parásitas simple) o en ambos lados del elemento giratorio (freno de corrientes parásitas doble). También pueden proporcionarse parejas adicionales de elemento giratorio/conjunto magnético. Cuando no hay ventilador en el extremo frontal del generador 18, los frenos de corrientes parásitas en ese extremo del generador 18 deberían situarse de modo que el aire que fluye a lo largo del circuito de flujo de aire 80 fluya sobre el o los elementos giratorios. Naturalmente puede
- 15 proporcionarse también un ventilador en el extremo frontal del generador 18 que tenga una única o múltiples parejas de elemento giratorio/conjunto magnético. Estas realizaciones se ilustran esquemáticamente en las Figs. 8 y 9. En una alternativa más, el conjunto de ventilador-freno 172 y sus alternativas pueden proporcionarse solo en el extremo frontal del generador 18 (no mostrado).
- 20 En una realización alternativa adicional más, el ventilador 94 y el freno de corrientes parásitas 150 pueden no estar integrados (por ejemplo, de modo que ya no compartan un componente común) pero tener una disposición específica que pueda aún proporcionar ciertos beneficios para la localización del freno de corrientes parásitas dentro del generador 18 y, más específicamente, dentro de la carcasa exterior 34 del mismo. En este sentido, puede aún obtenerse un beneficio si el freno de corrientes parásitas 150 se sitúa dentro del circuito de flujo de aire 80
- 25 establecido por el ventilador 94 dentro del generador 18. Ciertamente, hacer que la placa base 96 (y/o placa de cobertura 124) del ventilador 94 funcione como el elemento giratorio 154 del freno de corrientes parásitas 150 permite que el aire forzado fluya sobre el elemento giratorio calentado para conseguir la refrigeración. La invención, sin embargo, no está limitada a ello. En lugar de compartir la placa base 96 del ventilador 94, el freno de corrientes parásitas 150 puede incluir su propio elemento giratorio 154, formado por un elemento de placa similar a la placa base 96 pero que no tenga la otra estructura del ventilador fijada a la misma. El freno de corrientes parásitas 150 puede situarse entonces con relación al ventilador 94 dentro del generador 18, de modo que el flujo de aire generado por el ventilador 94 fluya sobre el elemento giratorio 154 separado. De ese modo, la invención no está limitada a un conjunto de ventilador-freno 172 integrado. En su lugar, aspectos de la invención pueden englobar una
- 30 realización en la que el ventilador 94 y el freno de corrientes parásitas 150 estén separados, pero el freno de corrientes parásitas 150 se localice dentro del circuito de flujo de aire 80 establecido por el ventilador 94, de modo que se consiga una refrigeración activa, por ejemplo, la proporcionada por convección forzada. De modo similar a lo anterior, pueden proporcionarse una o más parejas de elemento giratorio/conjunto magnético. Esta realización alternativa se ilustra esquemáticamente en la Fig. 10, por ejemplo.
- 35 Aunque la presente invención se ha ilustrado mediante una descripción de diversas realizaciones preferidas y aunque estas realizaciones se han descrito con algún detalle, no es la intención del inventor restringir o limitar en ninguna forma el alcance de las reivindicaciones adjuntas a dichos detalles. Serán fácilmente evidentes para los expertos en la materia ventajas adicionales y modificaciones. Por ejemplo, el intercambiador de calor 60 se ha descrito anteriormente como incluyendo la camisa de agua 62 dentro de la carcasa exterior 34 del generador 18. En
- 40 realizaciones alternativas, sin embargo, el intercambiador de calor 60 puede situarse en el exterior de la carcasa exterior 34. Dichas disposiciones son comunes en generadores de inducción de alimentación doble convencionales, por ejemplo. El intercambiador de calor puede ser un intercambiador de calor aire-a-aire o aire-a-líquido. Además de valorar modificaciones como estas, los expertos en la materia valorarán cómo pueden usarse solas o en cualquier combinación las diversas características de la invención dependiendo de las necesidades y preferencias del usuario.
- 45 Lo que se reivindica es:

REIVINDICACIONES

1. Un generador de turbina eólica (10), que comprende:

5 una carcasa exterior (34);
 un árbol de accionamiento (44) montado de modo giratorio dentro de la carcasa exterior;
 un conjunto de estátor (52) situado dentro de la carcasa exterior;
 un conjunto de rotor (54) situado dentro de la carcasa exterior, en el que el conjunto de estátor (52) se dispone radialmente hacia el exterior del conjunto de rotor (52) y
 10 en el que el conjunto de estátor se acopla a la carcasa exterior de modo que sea fijo y el conjunto de rotor se acopla operativamente al árbol de accionamiento de modo que gire con el giro del árbol de accionamiento;
 un primer freno de corrientes parásitas (150) configurado para reducir la velocidad del rotor y situado dentro de la carcasa exterior, incluyendo el primer freno de corrientes parásitas un primer elemento giratorio (154),

15 adicionalmente caracterizado por que comprende

un intercambiador de calor (60) para la eliminación del calor del generador;
 un ventilador (94) situado dentro de la carcasa exterior, estando configurado el ventilador para sujetarse de modo fijo al árbol de accionamiento (44) y
 20 generar un primer circuito de flujo de fluido dentro del generador configurado para transportar el calor desde al menos uno de los conjuntos de estátor y rotor al intercambiador de calor, incluyendo el ventilador una primera placa giratoria;
 en el que el primer elemento giratorio del primer freno de corrientes parásitas se sitúa en el primer circuito de flujo de fluido establecido por el ventilador, de modo que el fluido que se mueve en el primer circuito de flujo de fluido pase sobre el primer elemento giratorio de modo que se refrigere el primer elemento giratorio.
 25

2. El generador de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el primer freno de corrientes parásitas está integrado con el ventilador.

30 3. El generador de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la primera placa giratoria del ventilador funciona como el primer elemento giratorio del primer freno de corrientes parásitas.

4. El generador de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el primer freno de corrientes parásitas incluye adicionalmente un primer conjunto magnético que incluye una pluralidad de módulos electromagnéticos situados en estrecha proximidad con el primer elemento giratorio, en el que el generador incluye adicionalmente un controlador para el control de la corriente a los módulos electromagnéticos de modo que controle el frenado proporcionado por el primer freno de corrientes parásitas.

5. El generador de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, que comprende un segundo freno de corrientes parásitas situado dentro de la carcasa exterior, incluyendo el segundo freno de corrientes parásitas un segundo elemento giratorio, en el que el segundo elemento giratorio del segundo freno de corrientes parásitas se sitúa en el primer circuito de flujo de fluido establecido por el ventilador, de modo que el fluido que se mueve en el primer circuito de flujo de fluido pase sobre el segundo elemento giratorio de modo que refrigere el segundo elemento giratorio.
 45

6. El generador de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el segundo freno de corrientes parásitas está integrado con un ventilador.

7. El generador de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende adicionalmente un segundo circuito de flujo de fluido, fluyendo el segundo circuito de flujo de fluido a través del intercambiador de calor y estando configurado para eliminar el calor del primer circuito de flujo de fluido y transferir el calor fuera del generador.
 50

8. El generador de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el intercambiador de calor incluye una pluralidad de conductos que se extienden a través del mismo configurados para transportar el fluido desde el primer circuito de flujo de fluido y mantener el fluido del primer circuito de flujo de fluido aislado del fluido del segundo circuito de flujo de fluido.
 55

9. El generador de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el conjunto de rotor incluye una pluralidad de vías de paso que se extienden a lo largo de una longitud del mismo configuradas para transportar el fluido desde el primer circuito de flujo de fluido.
 60

10. El generador de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el intercambiador de calor se configura como una camisa de agua (62).
 65

11. Una turbina eólica (10), que comprende:

una torre (12);
una góndola (14) dispuesta adyacente a una parte superior de la torre;
un rotor (16) que incluye un buje (20) y al menos una pala (22) de turbina eólica que se extiende desde el buje; y
un generador (18) dispuesto en la góndola de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes.

5 12. Un método de operación de un generador de turbina eólica que tiene una carcasa exterior (34), un árbol de accionamiento (44) montado de modo giratorio dentro de la carcasa exterior, un conjunto de estátor (52) situado dentro de la carcasa exterior, un conjunto de rotor (54) situado dentro de la carcasa exterior y un intercambiador de calor (60), que comprende:

10 accionar el árbol de accionamiento del generador usando un rotor de la turbina eólica;
girar el conjunto de rotor con relación al conjunto del estátor para generar electricidad;
establecer dentro de la carcasa exterior un primer circuito de flujo de fluido configurado para transportar el calor al intercambiador de calor, siendo establecido el primer circuito de flujo de fluido por un ventilador (94) que tiene
15 una primera placa giratoria;
colocar un primer freno de corrientes parásitas dentro de la carcasa exterior de modo que un primer elemento giratorio del primer freno de corrientes parásitas se sitúe en el primer circuito de flujo de fluido;
usar el primer freno de corrientes parásitas para aplicar una fuerza de frenado; y
20 refrigerar el primer elemento giratorio mediante el paso del fluido que se mueve en el primer circuito de flujo de fluido sobre el primer elemento giratorio.

13. El método de acuerdo con la reivindicación 12, que comprende adicionalmente la integración del primer freno de corrientes parásitas dentro del ventilador.

25 14. El método de acuerdo con la reivindicación 12 o 13, que comprende adicionalmente:

proporcionar un segundo freno de corrientes parásitas situado dentro de la carcasa exterior que tiene un segundo elemento giratorio; y
30 colocar el segundo elemento giratorio en el primer circuito de flujo de fluido; y
refrigerar el segundo elemento giratorio mediante el paso del fluido que se mueve en el primer circuito de flujo de fluido sobre el segundo elemento giratorio.

15. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12-14, que comprende adicionalmente el uso de un segundo circuito de flujo de fluido para eliminar el calor del primer circuito de flujo de fluido y fuera del generador.

35

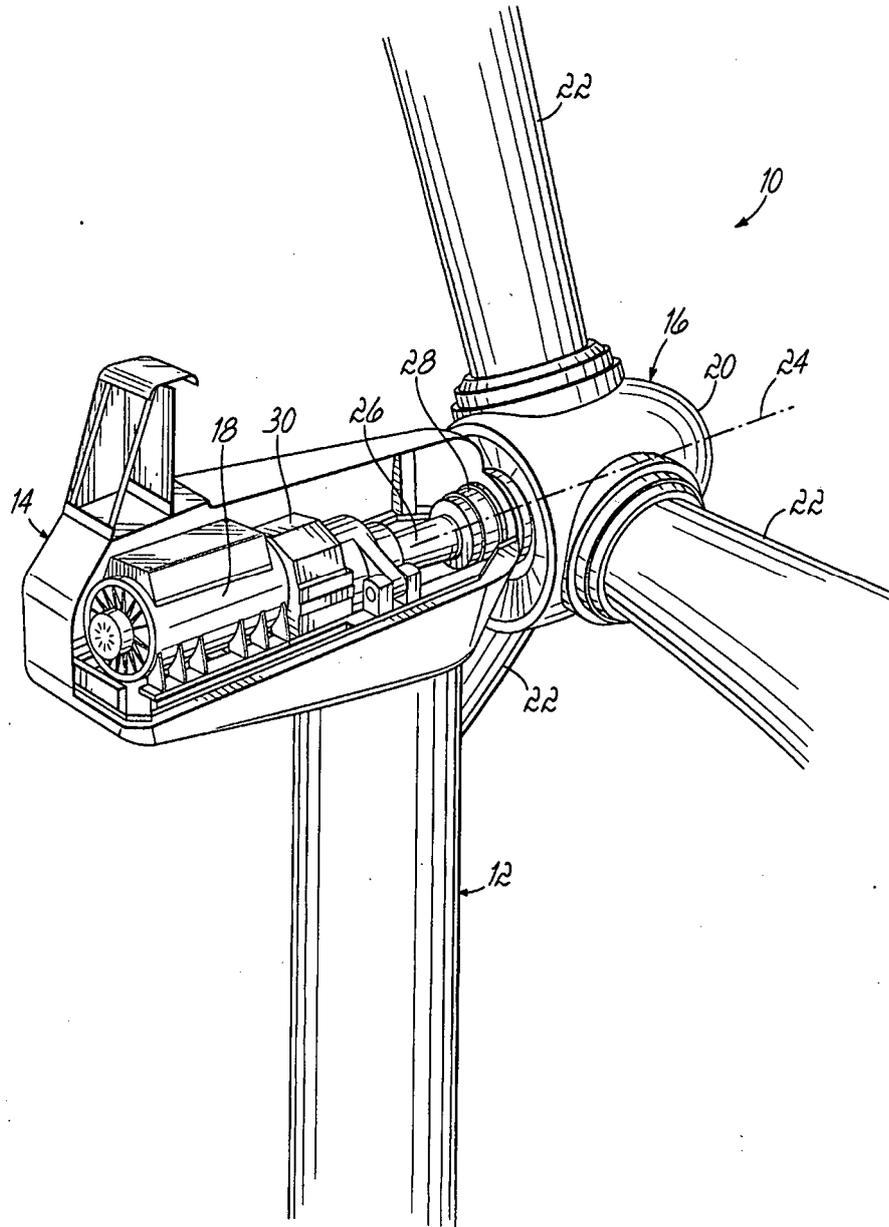


FIG. 1

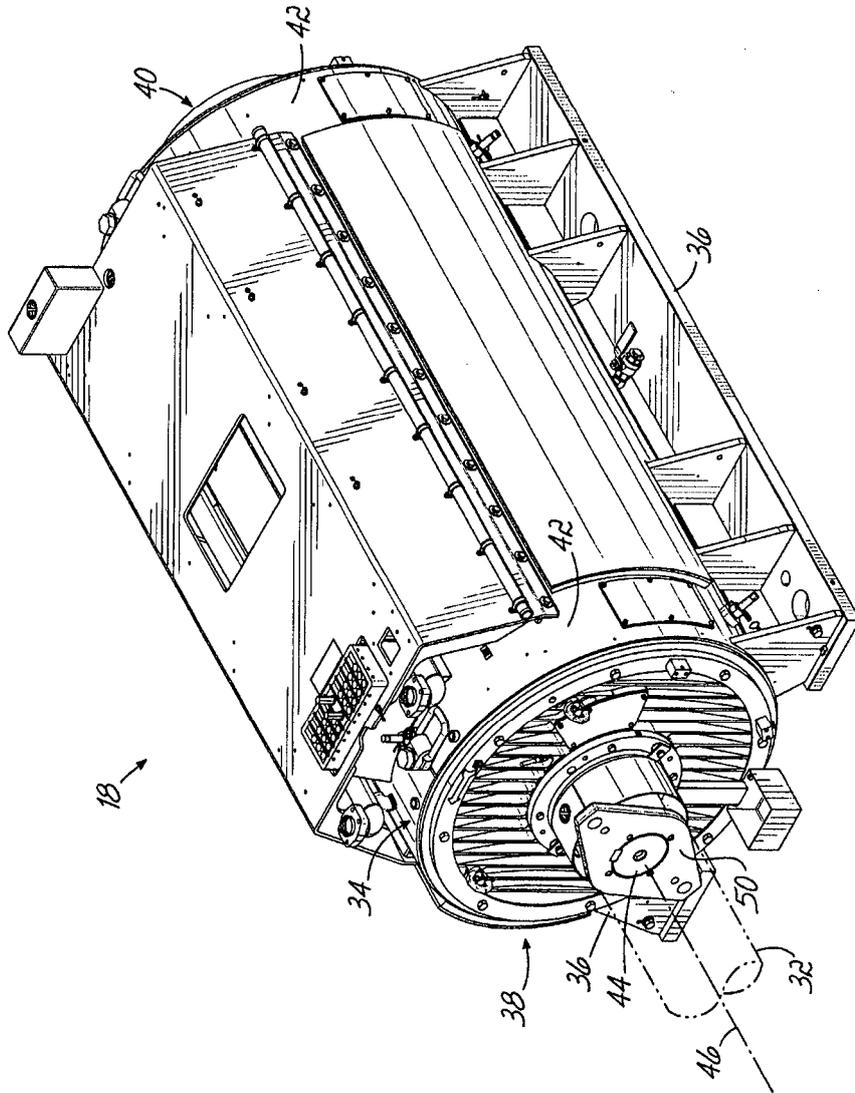


FIG. 2

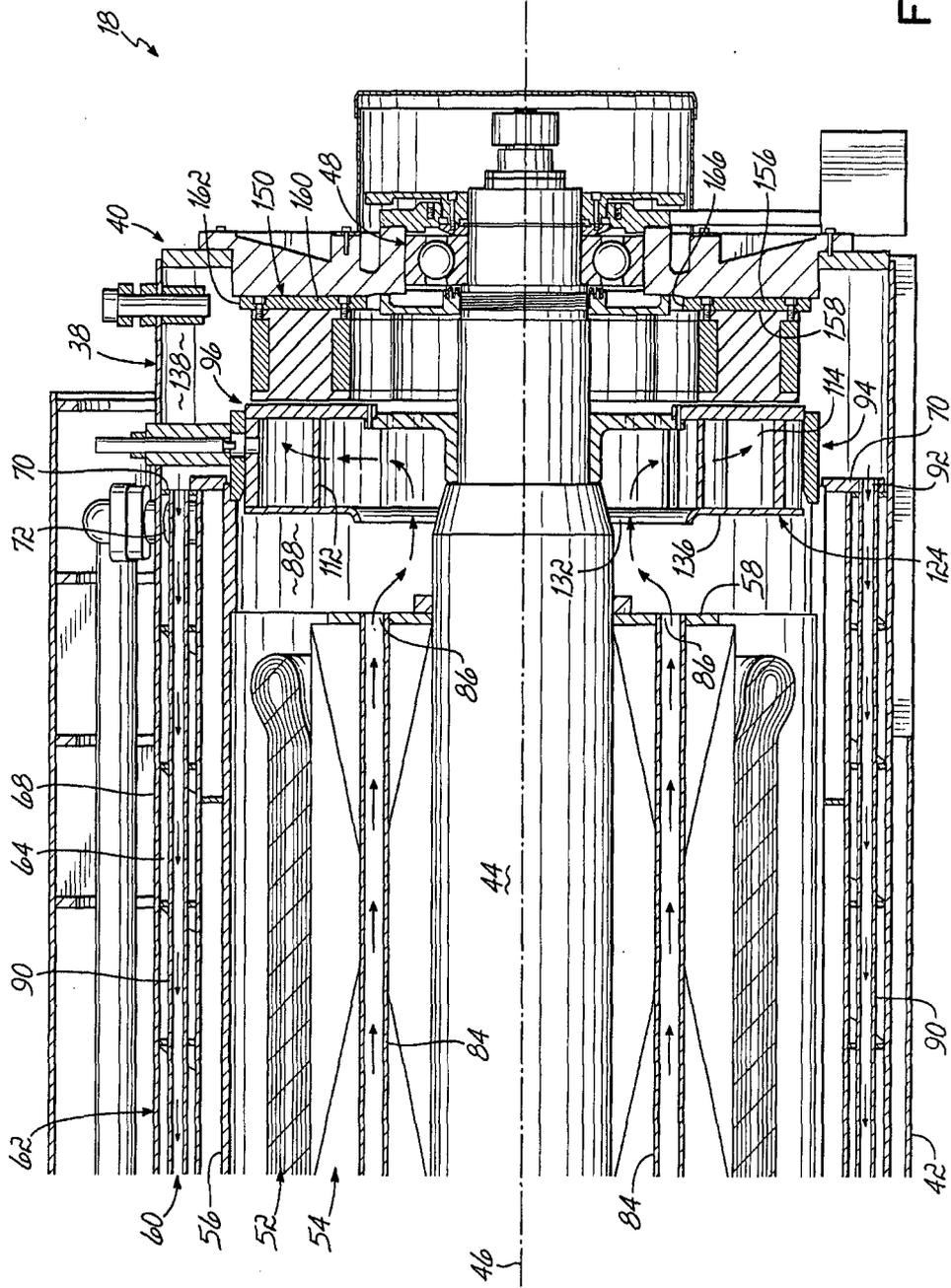


FIG. 3

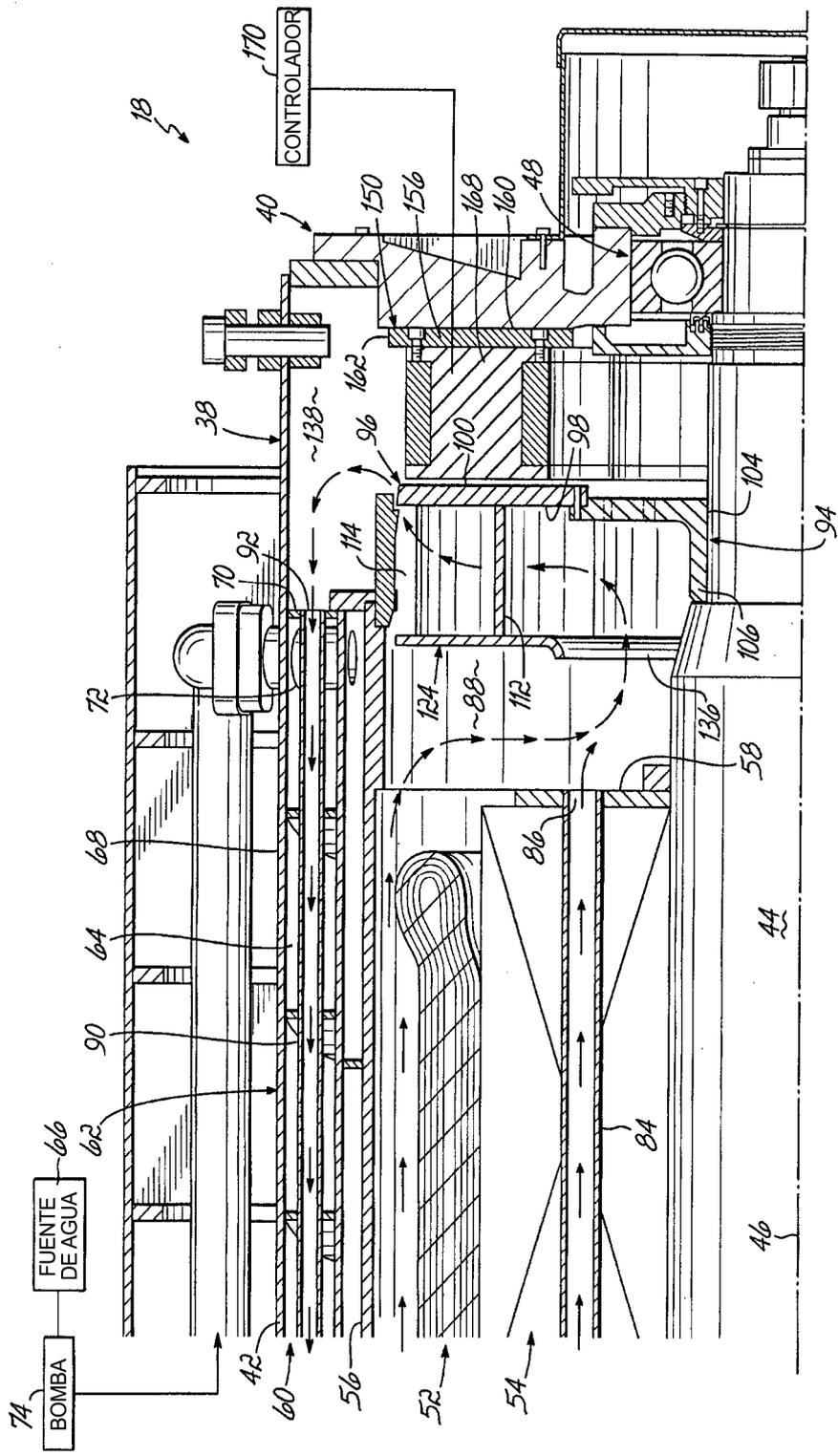


FIG. 3A

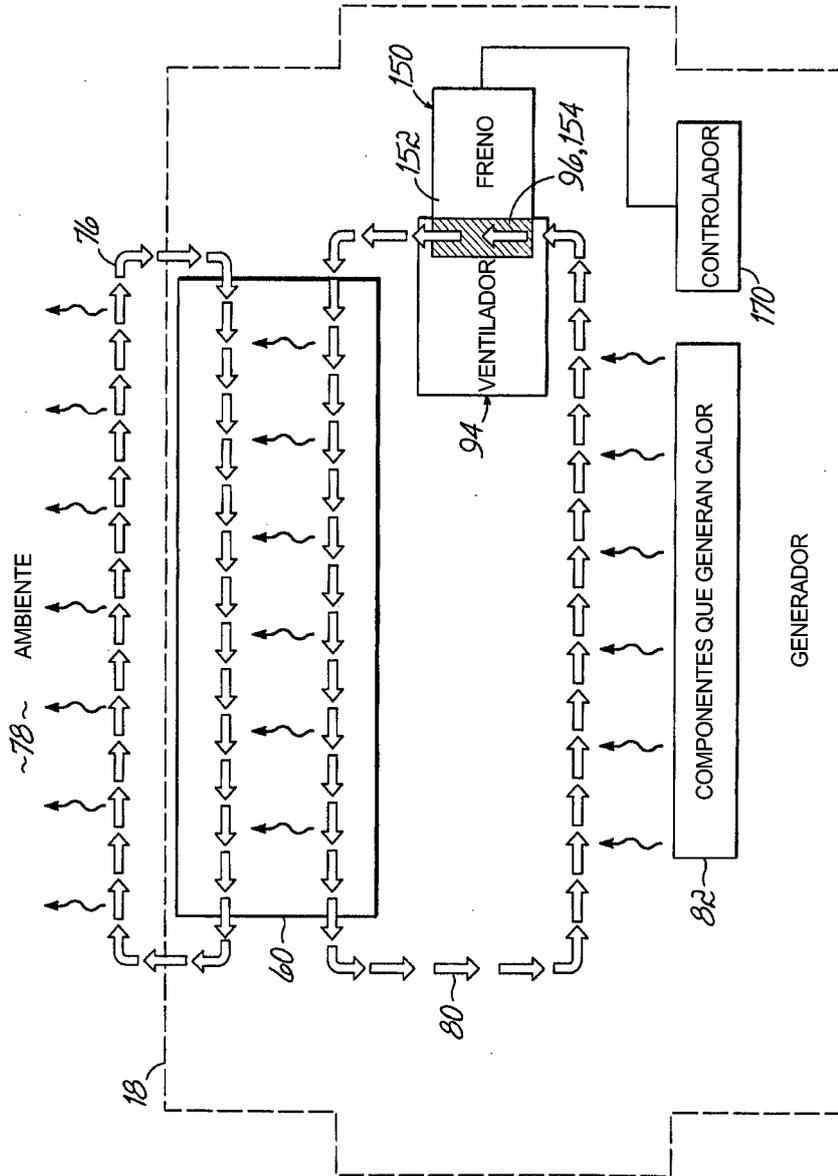


FIG. 4

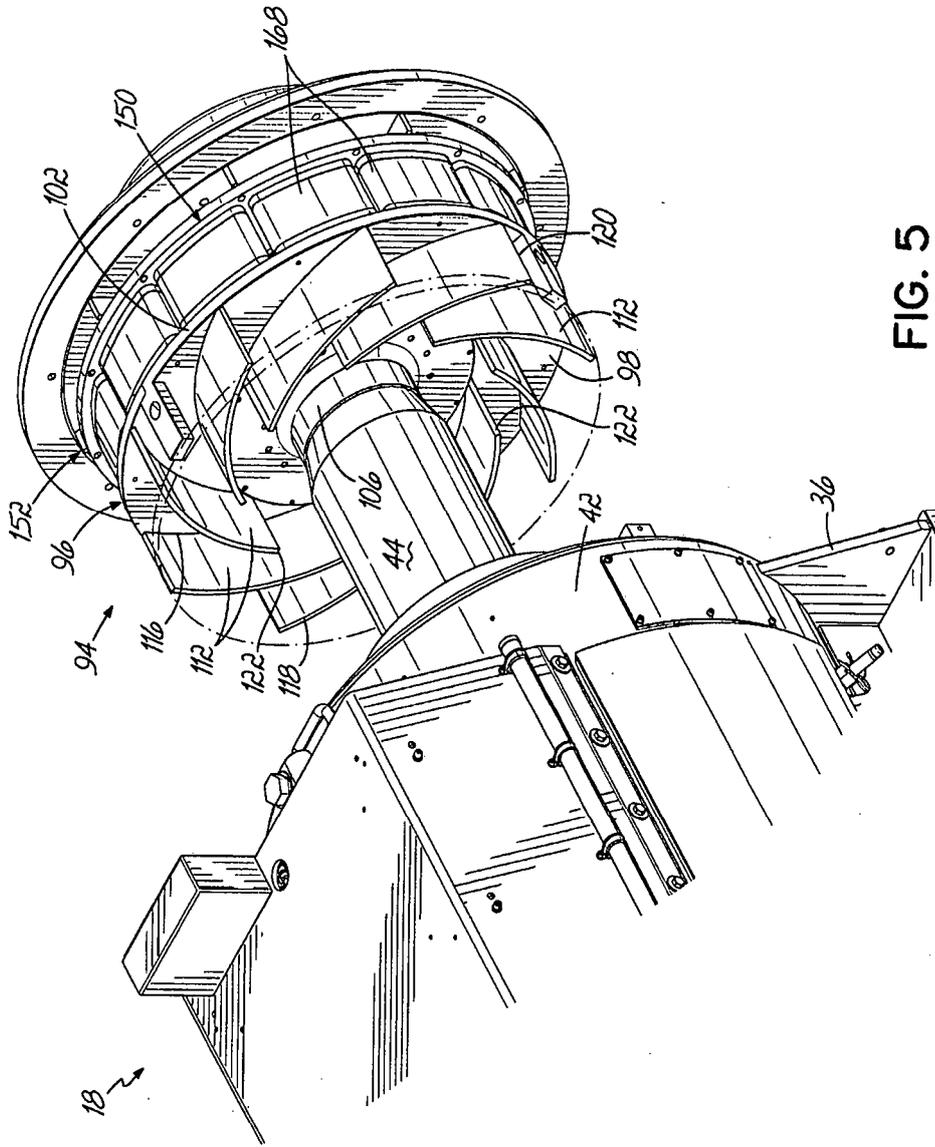


FIG. 5

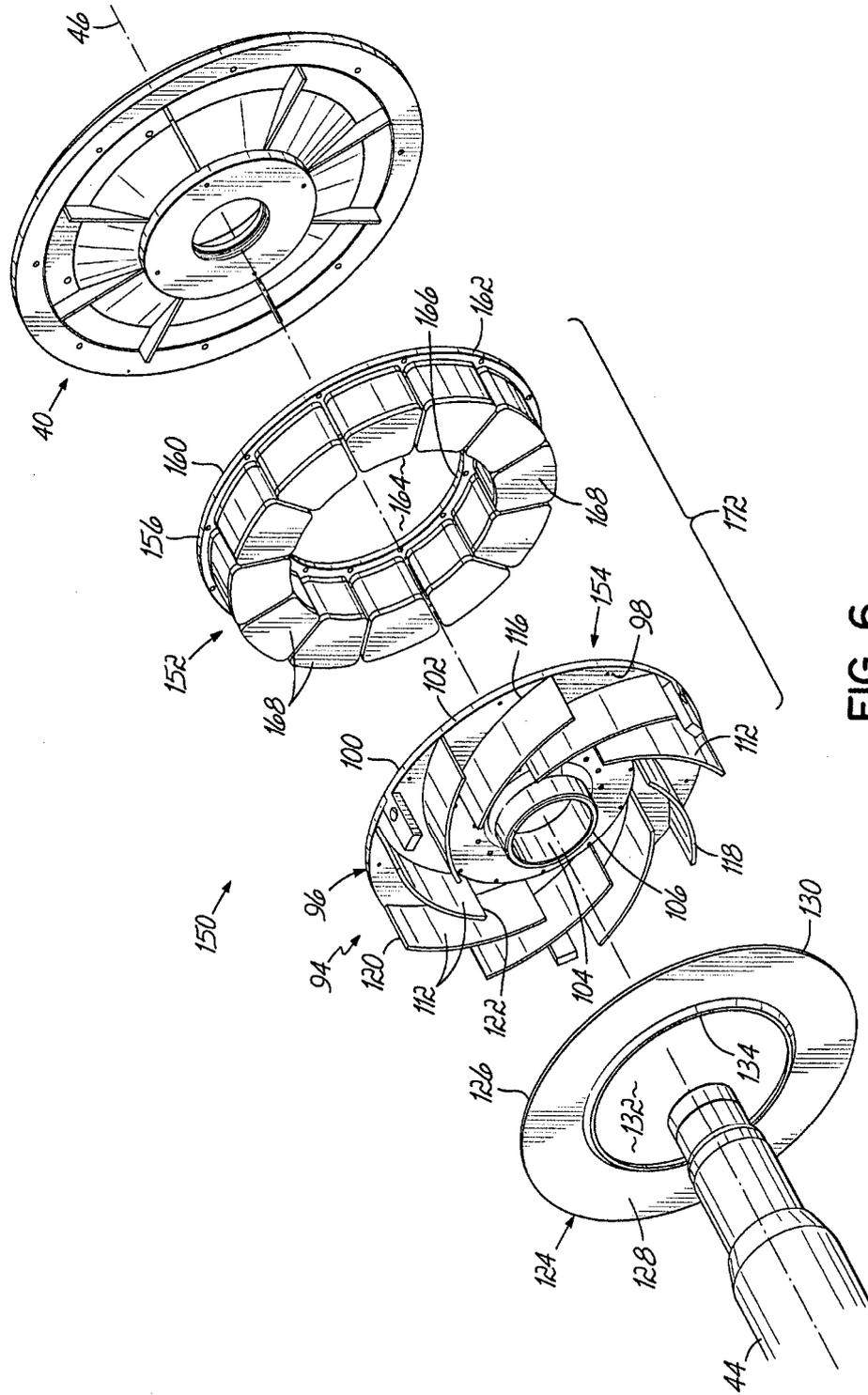


FIG. 6

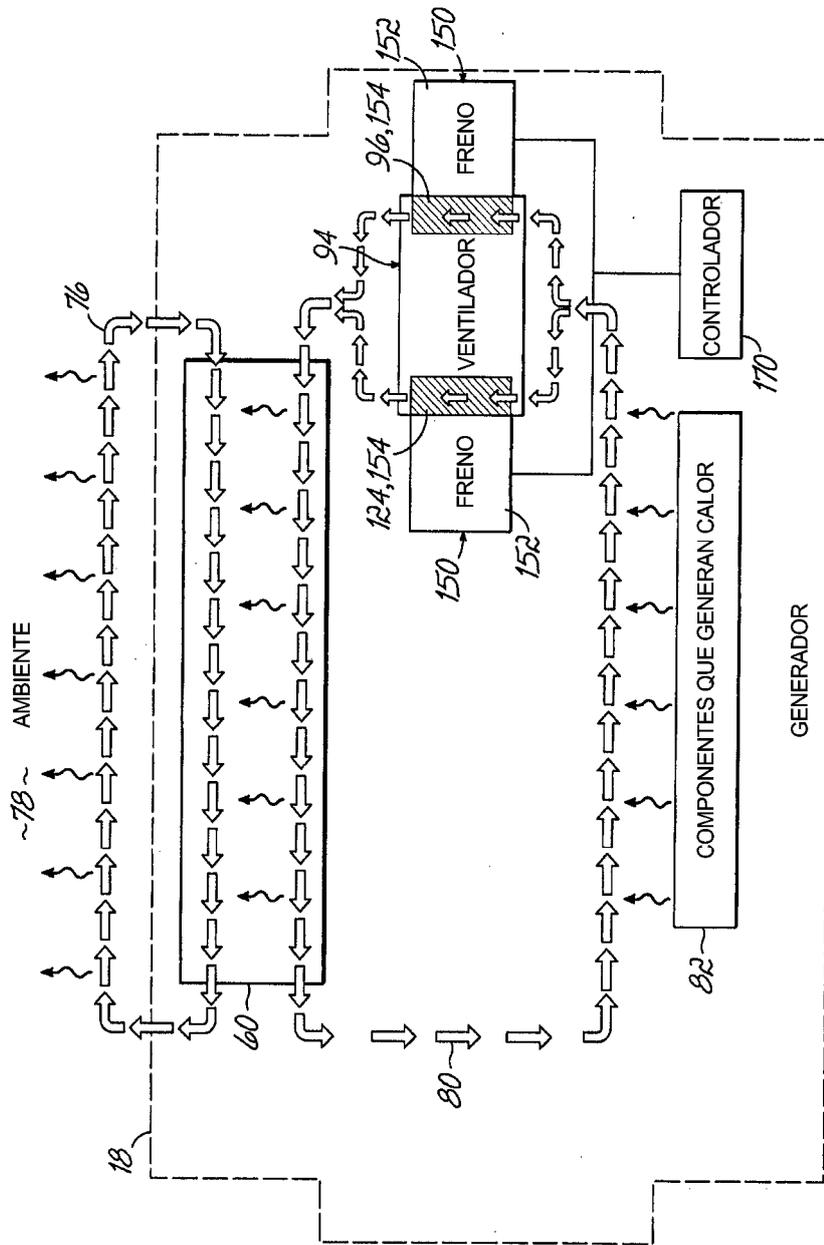


FIG. 7

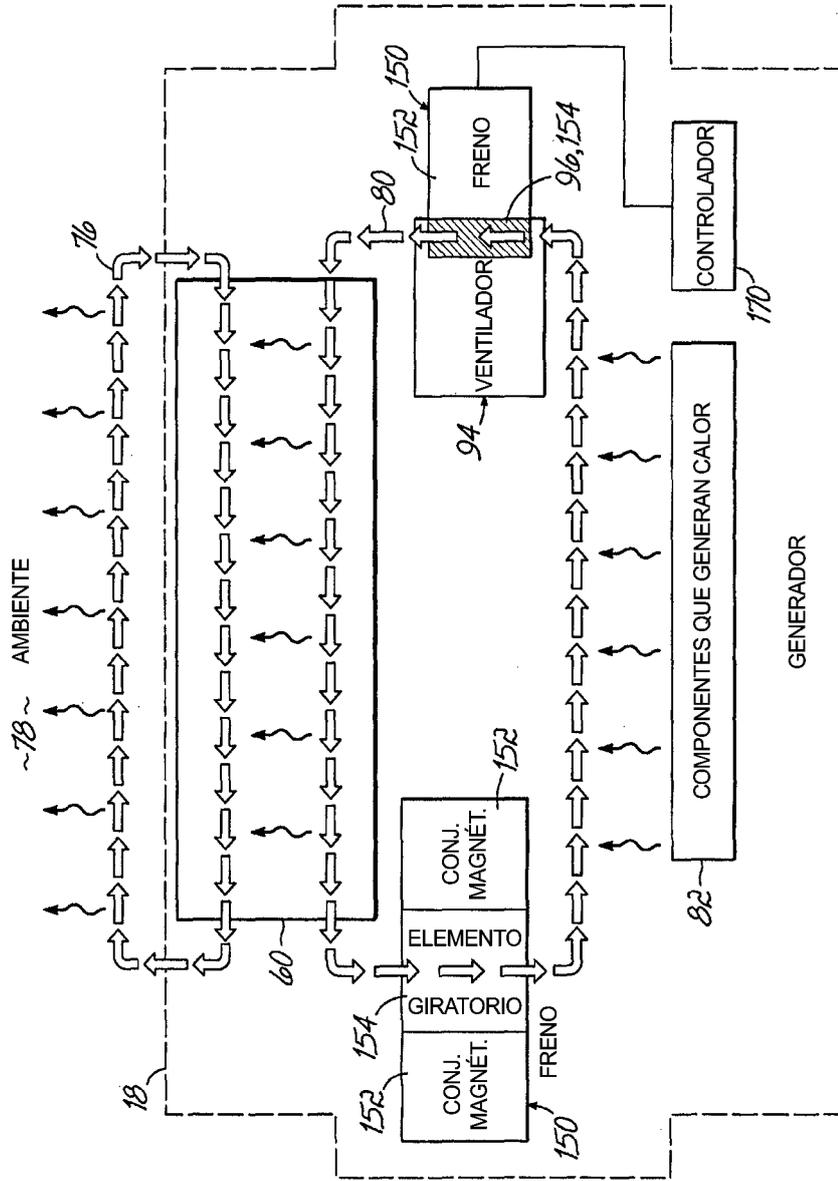


FIG. 8

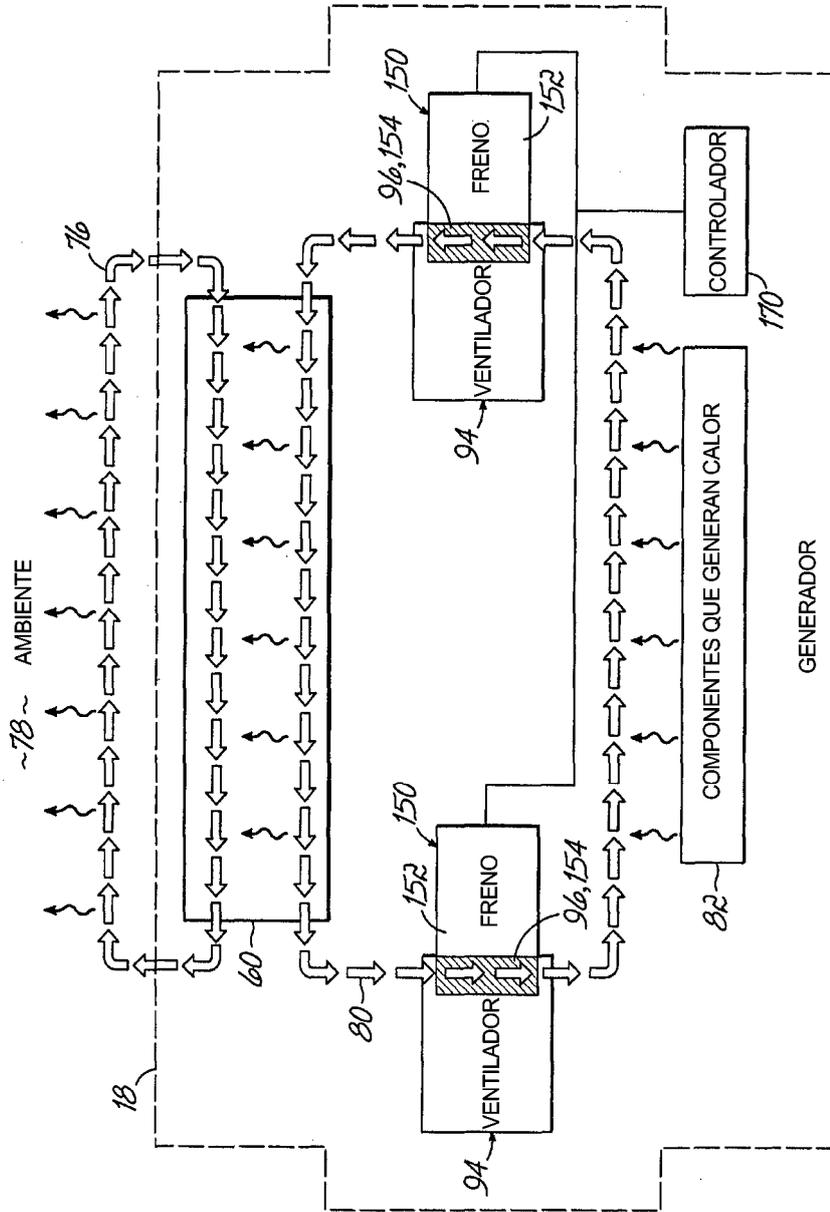


FIG. 9

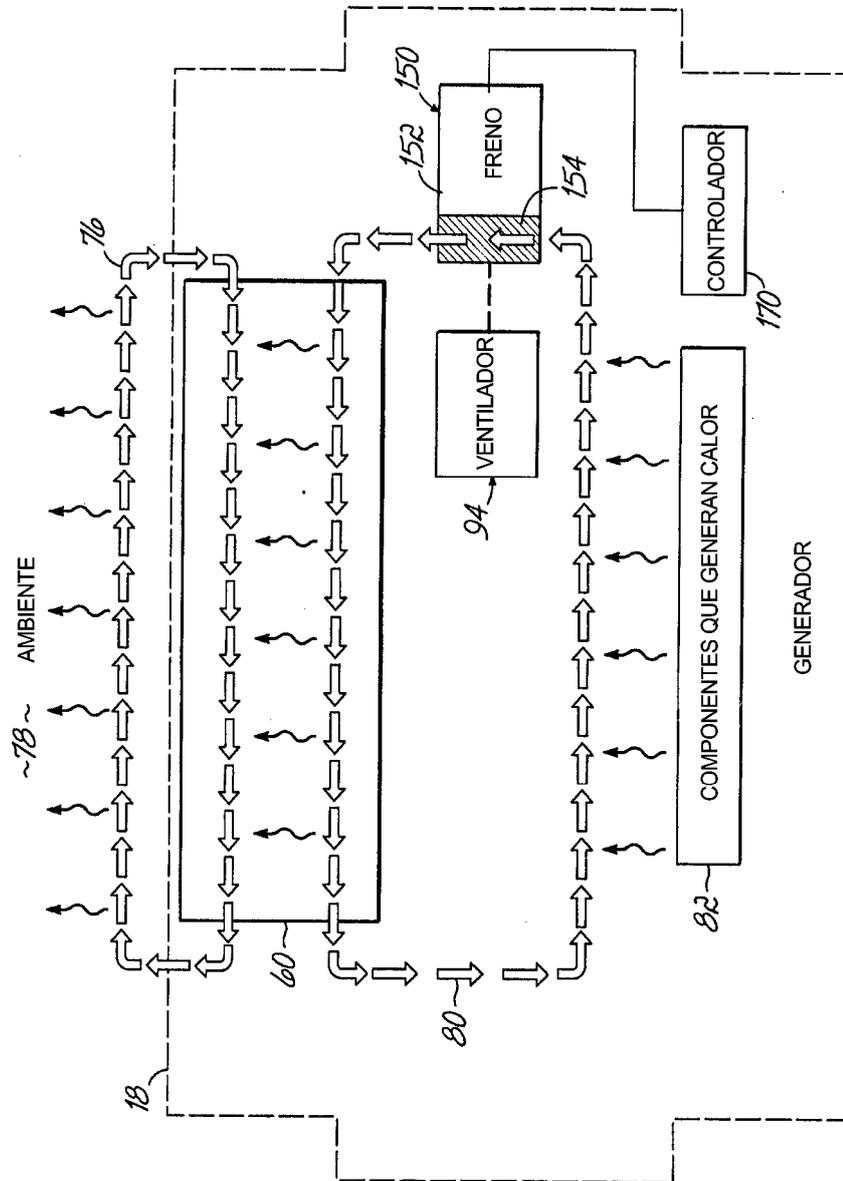


FIG. 10