



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11) Número de publicación: 2 541 422

61 Int. Cl.:

F03D 1/00 (2006.01) F03D 9/00 (2006.01) H02K 1/20 (2006.01) H02K 7/18 (2006.01) H02K 9/04 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: 16.07.2004 E 13163123 (6)
(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: 15.04.2015 EP 2615299

(54) Título: Cabeza de torre de una instalación de energía eólica

(30) Prioridad:

16.04.2004 DE 102004018758

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente: 20.07.2015

(73) Titular/es:

VENSYS ENERGY AG (100.0%) Im Langental 6 66539 Neunkirchen, DE

(72) Inventor/es:

KLINGER, PROF. DR.-ING. FRIEDRICH

(74) Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

DESCRIPCIÓN

Cabeza de torre de una instalación de energía eólica.

- 5 La invención se refiere a una cabeza de torre de una instalación de energía eólica, con un generador accionado por el rotor de la instalación de energía eólica sin interposición de una transmisión y dispositivos para la conducción de un flujo de refrigerante que evacua el calor perdido del generador, presentando el núcleo de estator del generador uno o varios canales que conducen el flujo de refrigerante a través del núcleo de estator.
- 10 Una cabeza de torre semejante se desprende del documento WO 01/21956 A1. A través de un núcleo de estator se conducen las líneas de refrigeración para líquido de refrigeración, que se enfría vía un intercambiador de calor mediante una circulación de aire.
- Las instalaciones de energía eólica deben obtener potencias eléctricas lo más elevadas posibles con peso y 15 dimensiones lo más bajos posibles del generador alojado en la cabeza de torre. Este requisito de una densidad de potencia elevada hace necesaria una refrigeración más eficaz de los generadores, según se traduce, por ejemplo, en el documento DE 196 36 591 A1 de la solicitante.
- Según se desprende del documento EP 1 200 733 B1, convencionalmente se refrigera mediante aire exterior aspirado, que fluye alrededor y a través del generado y evacua hacia fuera el calor. En este caso, debido a la humedad y contenido de sal del aire exterior se produce una corrosión aumentada y por consiguiente un menoscabo de la vida útil de los generadores. Para la solución de este problema, el documento EP 1 200 733 B1 propone formar un circuito de refrigeración dentro de la instalación de energía eólica, el cual sólo usa aire interior, evacuándose hacia el exterior el calor a evacuar a través de la pared de la torre y/o la pared de la cabeza de torre.
 - La presente invención tiene el objetivo crear una nueva cabeza de torre, que permita un aumento adicional de la eficiencia y una mejora de la durabilidad de las instalaciones eólicas.
- Este objetivo se consigue porque los canales están en conexión de flujo con un entrehierro formado entre el núcleo de estator y un rotor del generador, los dispositivos para la conducción del flujo de refrigerante están previstos de manera que el flujo de refrigerante puede entrar en el entrehierro o salir del entrehierro en ambos lados del núcleo de estator, una estructura de soporte, que mantiene el núcleo de estator y el rotor de la instalación eólica, forma una cámara anular delimitada radialmente exteriormente por el núcleo de estator, la cual está en conexión de flujo con los canales y los dispositivos para la conducción del flujo de refrigerante presentan al menos un canal de flujo, que atraviesa la cámara anular en dirección axial y a través del que se conduce el flujo de refrigerante a uno o desde uno de los dos lados del núcleo de estator.
- Las ranuras de refrigeración según la invención posibilitan una refrigeración más intensiva, de modo que se puede conseguir una densidad de potencia elevada, es decir, una potencia eléctrica elevada en caso de dimensiones 40 menores y peso menor del generador. En particular se puede conseguir una distribución de temperatura uniforme en el núcleo de estator y en los devanados del estator, incluso las cabezas de bobina. Los índices determinantes para la densidad de potencia de los generadores, como número Esson o la razón de par, que se sitúa convencionalmente en 25 a 30 kN/m², se pueden duplicar.
- 45 Debido a la medida según la invención se asegura una refrigeración uniforme del estator, en particular cuando con el lujo de refrigerante se fluye alrededor de las cabezas de bobina. Los canales de flujo que atraviesan la cámara anular pueden conducir a otra cámara anular, que mediante una estructura de soporte mencionada se delimita el rotor y otra estructura de soporte que conecta el rotor del aerogenerador con el rotor. Las formas de realización con canales de flujo semejantes entran en consideración en particular cuando para el alojamiento del rotor se usa un único cojinete dispuesto en el extremo libre de la sección tubular mencionada de la estructura de soporte, el cual puede absorber los momentos de fuerza. La otra estructura de soporte puede estar formada entonces por una pared frontal, que sobresale anularmente del buje del rotor y presenta un acodamiento de borde exterior que forma una estructura de soporte para los imanes del rotor.
- 55 Preferentemente como canal se extiende al menos una ranura en la dirección periférica, así como radialmente respecto al eje de rotación del rotor a través del núcleo de estator y está abierta hacia el entrehierro entre el núcleo de estator y rotor. El flujo de refrigerante, preferentemente flujo de aire de refrigeración, se puede conducir con refrigeración intensiva del estator por delante de las cabezas de bobina del devanado de estator al entrehierro y del entrehierro a la ranura o a la inversa. Preferentemente el flujo de refrigerante fluye en este caso alrededor de las

cabezas de bobina.

40

Preferentemente varias ranuras que se extienden radialmente y en la dirección periférica del núcleo de estator, dispuestas axialmente a distancia discurren convenientemente en paralelo unas respecto a otras.

Mientras sea posible dejar circular el flujo de refrigerante en un circuito de refrigerante expandido en la torre de la instalación de energía eólica, en la forma de realización preferida de la invención, los dispositivos para la conducción del flujo de refrigerante presentan un circuito de refrigerante cerrado, dispuesto exclusivamente dentro de la cabeza de torre.

En el circuito de refrigeración puede estar previsto un intercambiador de calor, que emite el calor del circuito de refrigeración, por ejemplo, al aire exterior que atraviesa el intercambiador de calor.

El generador es preferentemente un generador síncrono multipolar con rotor exterior o interior, estando conectado el 15 rotor de forma rígida con el rotor de la instalación de energía eólica sin interposición de una transmisión. Convenientemente el rotor forma una sección de la superficie exterior de la cabeza de torre, de modo que se circunda directamente por el aire exterior, lo que contribuye además a la refrigeración del generador y ventajosamente se disminuye aún más la intensidad del flujo de refrigeración necesario.

20 Preferentemente las ranuras establecen una conexión de lujo entre una cámara de flujo exterior y una interior, formándose la cámara de flujo exterior entre la estructura de soporte y una pared exterior de la cabeza de torre y la cámara de flujo interior dentro de la estructura de soporte.

En otra forma de realización, la cámara anular está en conexión de flujo con la cámara interior de una sección 25 tubular de la estructura de soporte, concéntrica respecto al eje de rotación del rotor de la instalación de energía eólica. El flujo de refrigerante puede entrar entonces de la cámara de flujo exterior a través de las ranuras en el núcleo de estator a la cámara anular y desde allí a la restante cámara de flujo interior formada por la estructura de soporte.

30 En otra configuración de la invención, en el circuito de refrigeración está prevista al menos una rueda de ventilador que mantiene el refrigerante en circulación.

El intercambiador de calor mencionado sobresale ventajosamente hacia fuera de la pared exterior de la cabeza de torre, de modo que el aire exterior que fluye por delante de la cabeza de torre puede entrar sin trabas en ella.

En otra forma de realización preferida de la invención están previstos dos intercambiadores de calor dispuestos a distancia uno de otro, entrando el flujo de refrigerante del circuito de refrigeración de una cámara intermedia entre las unidades de intercambiador de calor en los intercambiadores en direcciones opuestas o salir de los intercambiadores de calor a la cámara intermedia.

En otra configuración de la invención, el circuito de refrigerante presenta una rama paralela para la refrigeración de una unidad electrónica de control alojada en la cabeza de torre. Alternativamente la unidad electrónica de control también podría estar dispuesta en serie al generador en el circuito.

45 La cabeza de torre puede presentar además un dispositivo de bomba / filtro que pone la cámara interior de la cabeza de torre bajo sobrepresión. En la hendidura entre un rotor exterior y la pared exterior de la cabeza de torre, un aire exterior no puede entrar entonces en la cabeza de torre. El dispositivo de bomba puede estar combinado con el dispositivo de filtro y aspirar aire de una cámara anular adyacente al entrehierro. De esta manera la fracción de aire aspirado exterior, eventualmente húmedo o que contiene sal se puede reducir a un mínimo.

Convenientemente la geometría del canal o de los canales de los distribuidores está adaptada a la generación de calor dentro del núcleo de estator, de manera que mediante el flujo de refrigerante se consigue una distribución de temperatura homogénea en el paquete de estator.

55 Preferentemente la anchura, número y la distancia entre las ranuras radiales varía de manera que se consigue una distribución de temperatura homogénea en el núcleo de estator.

Ahora la invención se debe explicar más en detalle mediante un ejemplo de realización y los dibujos adjuntos que se refieren a este ejemplo de realización. Muestran:

- Fig. 1 una cabeza de torre según la invención de una instalación de energía eólica en una vista lateral seccionada,
- Fig. 2 partes de la cabeza de torre de la fig. 1 en una vista posterior seccionada,
- Fig. 3 otra representación parcial de la cabeza de torre de la fig. 1 en vista en perspectiva,
- Fig. 4 un fragmento de la vista en sección de la fig. 1,
- 10 Fig. 5 una vista lateral parcialmente seccionada de la cabeza de torre de la fig. 1, que sólo muestra los componentes principales de la cabeza de torre,
 - Fig. 6 una vista parcial seccionada de una cabeza de torre según un segundo ejemplo de realización para la presente invención, y
 - Fig. 7 una vista parcial seccionada de la cabeza de torre de la fig. 6 en representación en perspectiva.

Una cabeza de torre 1 de una instalación de energía eólica está montada de forma giratoria alrededor del eje vertical 2 sobe una torre 3, de modo que la posición de un rotor 4 colocado en la cabeza de torre se puede adaptar a la 20 dirección del viento correspondiente.

Un único cojinete rotativo 7 apropiado para la absorción de los pares de fuerzas, el cual está dispuesto en el extremo libre de una sección tubular 6 de una estructura de soporte 5 de la cabeza de torre, sirve para el alojamiento del rotor. La cabeza de torre está conectada con la torre a través de esta estructura de soporte 5 y un cojinete 43.

Una carcasa, que forma una pared exterior 9 de la cabeza de torre dispuesta a distancia de la estructura de soporte 5, rodea la estructura de soporte 5.

El rotor 4 está conectado de forma rígida con un rotor exterior 11 de un generador síncrono multipolar, que presenta 30 imanes permanentes 42, a través de una pared frontal 10 sin interposición de una transmisión.

Un núcleo de estator 12 anular, separado del rotor exterior 11 por un entrehierro 41, con las cabezas de bobina 13 está sujeto en las paredes anulares 14, 15 espaciadas entre sí a distancia, concéntricas a la sección tubular 6 y que constituyen las partes de la estructura de soporte 5. Una cámara anular 16 formada entre las paredes anulares 14 y 35 15 está en conexión de flujo con la cámara interior de la sección tubular 6 a través de una disposición de abertura 17 distribuidas alrededor de la periferia de la sección tubular 6.

El núcleo de estator 12 presenta ranuras 18 radiales en referencia a eje giratorio 8, que se extienden en la dirección periférica y discurren en paralelo entre sí. Las ranuras 18 dispuestas axialmente a distancia entre sí establecen una 40 conexión de flujo entre una cámara de flujo exterior 19 y una cámara de flujo interior 20, estando formada la cámara de flujo exterior 19 entre la pared exterior de la cabeza de torre formada ampliamente por la carcasa 9 y la estructura de soporte 5 y la cámara de flujo interior 20 por la estructura de soporte 5 hueca. Las ranuras se podrían extender entre partes anulares separadas del paquete de chapas de forma continua a través de toda la periferia del estator. No obstante, las ranuras están interrumpidas convenientemente por espaciadores distribuidos sobre la periferia.

En una abertura 21 de la estructura de soporte 5 está dispuesta una rueda de ventilador 22, después de la que se dispone una disposición de dos intercambiadores de calor 23 y 24 que sobresalen de la cabeza de torre. Según permite reconocer la fig. 2, el aire impulsado por la rueda de ventilador 22 de la cámara de flujo interior 20 fluye a una cámara intermedia 25 entre los intercambiadores de calor y desde allí a través de los intercambiadores de calor 50 vía del respectivo canal 26 ó 27 a la cámara de flujo exterior 19. Una rueda de ventilador 28 impele el aire exterior que evacua calor a través de los intercambiadores de calor. En el caso de temperaturas exteriores suficientemente bajas se puede suprimir el ventilador 28 o parar el ventilador presente o reducir su potencia. En lugar de sólo mediante los intercambiadores de calor, también se podría realizar una emisión de calor sólo o parcialmente a través de la pared exterior de cabeza de torre formada por la carcasa.

La cámara de flujo interior está obturada por paredes de bloqueo 29 y 30 respecto al rotor o la torre, presentando la pared de bloqueo 30 dirigida hacia la punta de torre una tapa de abertura 31.

Además, la cámara de flujo interior 20 está en conexión de flujo con una línea 40, la cual está conectada con la

4

15

55

carcasa 32 en la que están alojados los grupos constructivos que comprenden una unidad electrónica de potencia. A través de las ranuras de entrada 33, el aire puede entrar en la carcasa 32 desde la cámara de flujo exterior 19.

La referencia 34 alude a una unidad de bomba / filtro que aspira aire de una cámara anular 35. La cámara anular 35 es adyacente a una hendidura 36 formada entre la pared de la carcasa 9 y el rotor 11, estando obturada la hendidura 36 en forma de laberinto. La unidad de bomba / filtro 34 genera una sobrepresión en el interior de la cabeza de torre, la cual impide la entrada de aire exterior en la cabeza de torre. En tanto que se aspira aire de la cámara anular para la generación de la sobrepresión, se reduce la fracción de aire exterior a aspirar para ello, cargado eventualmente con humedad y sal.

La representación en detalle de la fig. 3 muestra que la cámara anular 16 se atraviesa por canales 37. Varios canales 37 semejantes distribuidos sobre la periferia de la cámara anular 16 establecen una conexión de flujo con otra cámara anular 38, que está delimitada por la pared anular 14, la pared frontal 10 y el rotor 11.

15 Según permite reconocer además la fig. 3, el núcleo de estator 12 está sujeto sobre elementos de soporte transversales 39 conectados con las paredes anulares 14 y 15 (no mostrado en la fig. 1).

Durante el funcionamiento de la instalación de energía eólica, la rueda de ventilador 22 genera un circuito de aire de refrigeración en el interior de la cabeza de torre 1. El aire frío de los intercambiadores de calor 23 24 fluye a través de la cámara de flujo exterior 19 y llega por un recorrido directo, así como indirectamente a través de los canales 37 y la cámara interior 38, a ambos lados del núcleo de estator 12. El aire refrigerante pasa por delante de las cabezas de bobina 13 y fluye luego desde los dos lados al entrehierro 41 entre el rotor 11 y el núcleo de estator 12.

La depresión generada por la rueda de ventilador 22 en la cámara de flujo interior 20 permite que el aire afluya a 25 través de las ranuras 18 a la cámara anular 16 y desde allí a través de las aberturas 17 a la otra cámara de flujo interior 20. La rueda de aire 22 presiona el aire caliente de la cámara de flujo interior 20 luego a la cámara intermedia 25 entre los intercambiadores de calor 23 y 24. El aire que fluye en direcciones opuestas a través de los intercambiadores de calor 23 y 24 entra luego a través de los canales 26 y 27 de nuevo en la cámara de flujo exterior 19 parcialmente anular, por lo que se cierra el circuito.

30

La rueda de ventilador 28 se ocupa de la perfusión del intercambiador de calor con aire exterior, al que pasa el calor del circuito de refrigeración interior.

El rotor 11 que forma directamente una sección de pared exterior de la cabeza de torre se enfría eficazmente 35 mediante el aire exterior que pasa por delante.

El aire aspirado a través de la línea 40 entra en la carcasa 32 desde la cámara de lujo exterior 19 a través de las ranuras 33 y refrigera los grupos constructivos electrónicos dispuestos en ella.

40 El filtro en la unidad de bomba / filtro 34 se ocupa de se aparte, por ejemplo, la humedad y sal del aire exterior aspirado.

La temperatura del generador se puede regular de la manera deseada mediante la variación de la velocidad de rotación de la rueda de ventilador 22 y/o de la rueda de ventilador 28.

Ahora se hace referencia al ejemplo de realización de las fig. 6 y 7, en las que están dibujadas las mismas partes o de igual efecto con el mismo número de referencia que en las figuras anteriores, añadiéndose cada vez la letra a al número de referencia en cuestión.

50 En el ejemplo de realización de la fig. 6 y 7, un flujo de refrigerante se conduce, vía una ranura 18a dispuesta en el medio de un núcleo de estator 12a, radialmente a través del paquete de estator a un entrehierro 41a y de la ranura 18a a través de los canales axiales 45 a ambos lados del núcleo de estator 12a.

El flujo de refrigerante se puede impulsar en esta dirección desde dentro hacia fuera, como en el ejemplo de 55 realización anterior, así como en dirección inversa.

La potencia de refrigeración de los canales de refrigeración axiales 45 se puede aumentar mediante un estriado.

Según está representado en las fig. 6 y 7 mediante las flechas, el refrigerante que sale del entrehierro 41 fluye

ES 2 541 422 T3

alrededor de las cabezas de bobina 13a sobre su lado superior, mientras que el refrigerante que sale de los canales 45 fluye en los lados inferiores de las cabezas de bobina 13a.

REIVINDICACIONES

1. Cabeza de torre (1) de una instalación de energía eólica, con un generador de rotor exterior (11, 12, 13) accionado por el rotor (4) de la instalación de energía eólica sin la interposición de una transmisión y dispositivos para la conducción de un flujo de refrigerante que evacua el calor perdido del generador, en la que un núcleo de estator (12) del generador (11, 12, 13) presenta uno o varios canales (18; 18a) que conducen el flujo de refrigerante a través del núcleo de estator (12),

caracterizada porque

10

los canales (18; 18a) están en conexión de flujo con un entrehierro (41) formado entre el núcleo de estator (12) y un rotor (11) del generador (11, 12, 13),

los dispositivos para la conducción del flujo de refrigerante están previstos de manera que el flujo de refrigerante 15 puede entrar en el entrehierro (41) o salir del entrehierro (41) en ambos lados del núcleo de estator (12),

una estructura de soporte (5), que mantiene el núcleo de estator (12) y el rotor (4) de la instalación de energía eólica, forma una cámara anular (16) delimitada radialmente exteriormente por el núcleo de estator (12), la cual está en conexión de flujo con los canales (18; 18a),

y los dispositivos para la conducción del flujo de refrigerante presentan al menos un canal de flujo (37), que atraviesa la cámara anular (16) en dirección axial y a través del que el flujo de refrigerante se conduce a uno o desde uno de

25 2. Cabeza de torre según la reivindicación 1,

los dos lados del núcleo de estator (12).

caracterizada porque

los dispositivos para la conducción del flujo de refrigerante están previstos de manera que el flujo de refrigerante 30 puede entrar en el entrehierro (41) o salir del entrehierro (41) fluyendo alrededor de las cabezas de bobina (13).

3. Cabeza de torre según la reivindicación 1 ó 2.

caracterizada porque

35

como canal está prevista al menos un ranura (18) que se extiende en dirección periférica y radialmente respecto al eje de rotación (8) del rotor (11) a través del núcleo de estator (12) y que abre hacia el entrehierro (41) entre el núcleo de estator (12) y el rotor (11).

40 4. Cabeza de torre según una de las reivindicaciones 1 a 3,

caracterizada porque

los dispositivos para la conducción del flujo de refrigerante comprenden un circuito de refrigerante cerrado, dispuesto 45 exclusivamente dentro de la cabeza de torre (1).

5. Cabeza de torre según la reivindicación 4,

caracterizada porque

50

en el circuito de refrigerante está previsto un intercambiador de calor (23, 24), atravesado preferentemente por aire exterior.

6. Cabeza de torre según una de las reivindicaciones 1 a 5,

55 caracterizada porque

el rotor (11) del generador (11-13) está conectado de forma rígida con el rotor (4) de la instalación de energía eólica, formando el rotor (11) una sección de la superficie exterior de la cabeza de torre (1).

7. Cabeza de torre según una de las reivindicaciones 1 a 6,

caracterizada porque

las ranuras (18) forman una conexión de flujo entre una cámara de flujo exterior (19) y una interior (20) de un circuito de refrigerante.

8. Cabeza de torre según la reivindicación 7,

10

caracterizada porque

la cámara de flujo exterior (19) está delimitada por la estructura de soporte (5) y una pared exterior (9) de la cabeza de torre (1) dispuesta a distancia de la estructura de soporte (5) y la cámara de flujo interior (20) está formada dentro de la estructura de soporte (5).

9. Cabeza de torre según la reivindicación 8,

caracterizada porque

20

la cámara anular (16) está en conexión de flujo con una sección tubular (6) de la estructura de soporte (5), concéntrica al eje de rotación (8) del rotor (4) de la instalación de energía eólica.

Cabeza de torre según una de las reivindicaciones 4 a 9,

25

caracterizada porque

en el circuito de refrigeración está prevista al menos una rueda de ventilador (22).

30 11. Cabeza de torre según una de las reivindicaciones 5 a 10,

caracterizada porque

el intercambiador de calor (24, 25) sobresale hacia fuera de la pared exterior de la cabeza de torre (1).

35

12. Cabeza de torre según una de las reivindicaciones 5 a 10,

caracterizada porque

- 40 están previstos dos intercambiadores de calor (23, 24) dispuestos a distancia uno de otro, entrando el flujo de refrigerante del circuito de refrigerante en los intercambiadores de calor a través de una cámara intermedia (25) entre los intercambiadores de calor (23, 24) o saliendo de los intercambiadores de calor (23, 24) a la cámara intermedia (25).
- 45 13. Cabeza de torre según una de las reivindicaciones 4 a 12,

caracterizada porque

el circuito de refrigerante presenta una rama paralela para la refrigeración de unidad electrónica de potencia prevista 50 en la cabeza de torre (1).

14. Cabeza de torre según una de las reivindicaciones 1 a 13,

caracterizada porque

55

está previsto un dispositivo de bomba (34) que pone la cabeza de torre (1) bajo una presión interna.

15. Cabeza de torre según la reivindicación 14,

caracterizada porque

el dispositivo de bomba (34) está combinado con un dispositivo de filtro y aspira aire de una cámara anular (35) adyacente a la hendidura entre el rotor (11) y la pared exterior (9) de la cabeza de torre (1).

5











