

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 994 584**

(51) Int. Cl.:

F03D 7/02 (2006.01)
H02K 15/12 (2006.01)
H02M 5/42 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.10.2021 E 21382955 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2024 EP 4170156**

(54) Título: **Sistema para determinar un período de calentamiento de un convertidor de potencia y procedimientos relacionados**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.01.2025

(73) Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC RENOVABLES ESPAÑA S.L. (100.00%)
C/ Roc Boronat, 78
08005 Barcelona, ES**

(72) Inventor/es:

**PERON, VIRGINIE y
PICARD, THOMAS JEAN**

(74) Agente/Representante:

DE ROOIJ, Mathieu Julien

ES 2 994 584 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema para determinar un período de calentamiento de un convertidor de potencia y procedimientos relacionados

5 **Campo**

[0001] La presente divulgación se refiere a sistemas y procedimientos para determinar un período de calentamiento de un convertidor de potencia de una turbina eólica.

10 **Antecedentes**

[0002] Las turbinas eólicas modernas se usan comúnmente para suministrar electricidad a la red eléctrica. Las turbinas eólicas de esta clase comprenden, en general, una torre y un rotor dispuesto en la torre. El rotor, que típicamente comprende un buje y una pluralidad de palas, se pone en rotación bajo la influencia del viento sobre las palas. Dicha rotación genera un par de torsión que se transmite normalmente a través de un eje de rotor a un generador, ya sea directamente (directamente accionado) o bien a través del uso de una multiplicadora. De esta manera, el generador produce electricidad que se puede suministrar a la red eléctrica. Además, las turbinas eólicas comprenden un convertidor de potencia para convertir la potencia generada por el generador para hacerla compatible con la red eléctrica.

20 **[0003]** Cuando por cualquier motivo se detiene la operación de una turbina eólica, por ejemplo debido a un mal funcionamiento de la fuente de alimentación, perturbaciones en la red o para realizar un mantenimiento, no se puede controlar la cantidad de humedad en los componentes de turbina eólica, tales como el generador de turbina eólica y el convertidor de potencia de turbina eólica, y en estos componentes se puede producir condensación de agua. Esto puede ser relevante, en particular, si la turbina eólica es una turbina eólica marina.

30 **[0004]** La condensación de agua en el convertidor puede crear superficies de contacto con tierra, lo que puede causar un fallo a tierra si los componentes electrónicos del convertidor no se secan antes de volver a poner en marcha el generador. De forma similar, el voltaje y la corriente de operación máximos pueden dañar los semiconductores de potencia de los convertidores si estos operan a una temperatura y humedad determinadas. Además, la absorción de humedad por capas aislantes o dispositivos deshumidificadores puede hacer que el material absorbente se deslamine debido a la rápida expansión del vapor si estos operan con normalidad, lo que a su vez puede degradar el aislamiento a largo plazo. Además, la absorción de agua puede reducir significativamente las propiedades dieléctricas del aislamiento. Esto puede provocar una avería eléctrica al inicializar nuevamente el convertidor de potencia sin secar el aislamiento.

35 **[0005]** Por lo tanto, para volver a poner en marcha el convertidor de potencia de forma segura, es posible que primero haya que calentarla y secarlo. Existen varios procedimientos para verificar el estado del convertidor, como por ejemplo realizar una inspección manual para comprobar si el convertidor de potencia está en condiciones de volver a poner en marcha la turbina eólica. Se trata de una tarea engorrosa; además, las inspecciones manuales pueden resultar bastante difíciles de realizar en las turbinas eólicas marinas debido a las limitaciones de accesibilidad.

40 **[0006]** En tales casos, una posible forma de garantizar que el convertidor esté seco y que la turbina eólica se pueda volver a poner en marcha de forma segura es bombear un fluido caliente a través del convertidor durante un período de tiempo determinado. Un período de tiempo de este tipo puede oscilar, por ejemplo, entre 8 y 24 horas. La operación de la turbina eólica no comenzará hasta que se haya completado un período de calentamiento.

45 **[0007]** El documento EP 2 913 520 A1 divulga un procedimiento para determinar un período de secado de un convertidor de una turbina eólica que comprende adquirir datos representativos de la humedad en el armario del convertidor y determinar el período de secado usando estos datos que reflejan la humedad real y su historial.

50 **[0008]** Si el período de calentamiento se establece con una duración demasiado corta, la nueva puesta en marcha del convertidor puede no ser segura. Si el período de calentamiento se establece con una duración demasiado larga, el rendimiento energético anual de una turbina eólica puede verse indebidamente reducido. Ejemplos de la presente divulgación proporcionan procedimientos y sistemas para determinar períodos de calentamiento adecuados para un convertidor.

Breve explicación

60 **[0009]** En un primer aspecto, se divulga un procedimiento para determinar un período para calentar un convertidor de potencia de una turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1. El procedimiento comprende determinar un primer indicador que es indicativo de un tiempo en que el convertidor de potencia ha estado inactivo. Además, el procedimiento también comprende determinar el período de calentamiento en base a, al menos parcialmente, el primer indicador, determinar una temperatura de un refrigerante del convertidor de potencia, estimar un punto de rocío y determinar el período de calentamiento en base a, al menos parcialmente, una diferencia entre el punto de rocío estimado y la temperatura del refrigerante.

5 [0010] De acuerdo con este primer aspecto, el procedimiento permite determinar un período de calentamiento apropiado dependiendo del período de tiempo en que el convertidor de potencia ha estado inactivo. Además, este procedimiento permite establecer un período de calentamiento sin realizar inspecciones visuales, las cuales pueden ser complejas y requerir mucho tiempo.

10 [0011] En otro aspecto, se divulga un conjunto de convertidor de potencia de acuerdo con la reivindicación 12. El conjunto de convertidor de potencia está configurado para determinar la duración de un período de calentamiento. El convertidor de potencia comprende un procesador configurado para determinar un primer indicador de un tiempo en que el convertidor de potencia ha estado inactivo. El procesador también está configurado para determinar un período de calentamiento en base a, al menos parcialmente, el primer indicador. El convertidor de potencia comprende además un sensor de temperatura configurado para medir la temperatura de un refrigerante del convertidor de potencia, un sensor de humedad configurado para medir la humedad del aire y un sensor de temperatura configurado para medir la temperatura del aire. El procesador está configurado además para estimar un punto de rocío en base a la temperatura del aire y la humedad medidas, y para determinar el período de calentamiento también en base a la diferencia de temperatura entre la temperatura del refrigerante y el punto de rocío.

15 [0012] De acuerdo con este aspecto adicional, el conjunto de convertidor de potencia puede determinar un período de calentamiento a partir de parámetros que son fáciles de determinar y son robustos. Esto también simplifica el tiempo de montaje del conjunto de convertidor de potencia y reduce el riesgo de un posible mal funcionamiento.

20 [0013] A lo largo de esta divulgación, los términos "convertidor de potencia" y "convertidor" se usan de manera intercambiable. Además, se puede entender que el período de calentamiento (o período de caldeamiento) puede ser una secuencia de procesos de calentamiento y/o secado. Por tanto, un período de calentamiento puede comprender un período de tiempo único con un proceso de calentamiento dado o múltiples períodos de tiempo con diferentes procesos de calentamiento y secado.

Breve descripción de los dibujos

30 [0014] A continuación se describirán ejemplos no limitantes de la presente divulgación, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 ilustra una vista en perspectiva de una turbina eólica de acuerdo con un ejemplo;

35 la figura 2 ilustra una vista interna detallada de una góndola de una turbina eólica de acuerdo con un ejemplo;

la figura 3 es un diagrama de flujo de un procedimiento de ejemplo para determinar la duración de un período para calentar un convertidor de potencia;

40 la figura 4 muestra un segundo valor de un período de calentamiento en función de la diferencia de temperatura entre el refrigerante y el punto de rocío de acuerdo con un ejemplo;

45 la figura 5 es un diagrama de flujo de otro procedimiento de ejemplo para determinar la duración de un período de calentamiento de un convertidor de potencia.

Descripción detallada de los ejemplos

[0015] En estas figuras, los mismos signos de referencia se han usado para designar elementos coincidentes.

50 [0016] La figura 1 ilustra una vista en perspectiva de un ejemplo de una turbina eólica 1. Como se muestra, la turbina eólica 1 incluye una torre 2 que se extiende desde una superficie de soporte 3, una góndola 4 montada en la torre 2 y un rotor 5 acoplado a la góndola 4. El rotor 5 incluye un buje rotatorio 6 y al menos una pala de rotor 7 acoplada a y que se extiende hacia afuera desde el buje 6. Por ejemplo, en el ejemplo ilustrado, el rotor 5 incluye tres palas de rotor 7. Sin embargo, en un modo de realización alternativo, el rotor 5 puede incluir un número mayor o menor que tres palas de rotor 7. Cada pala de rotor 7 se puede espaciar del buje 6 para facilitar la rotación del rotor 5 para permitir que la energía cinética del viento se convierta en energía mecánica utilizable y, posteriormente, en energía eléctrica. Por ejemplo, el buje 6 se puede acoplar de forma rotatoria a un generador eléctrico 10 (figura 2) situado dentro de la góndola 4 o que forma parte de la góndola, para permitir que se produzca energía eléctrica. En este ejemplo, la turbina eólica es una turbina eólica terrestre; en otros ejemplos puede ser una turbina eólica marina.

60 [0017] La figura 2 ilustra una vista interna simplificada de un ejemplo de una góndola 4 de una turbina eólica de accionamiento directo 1. Como se muestra, el generador 10 puede estar dispuesto dentro de la góndola 4 o entre la góndola 4 y el rotor 5. En general, el generador 10 se puede acoplar al rotor 5 de la turbina eólica 1 para generar potencia eléctrica a partir de la energía de rotación generada por el rotor 5. Por ejemplo, el rotor 5 de la turbina eólica puede incluir un buje 6 acoplado a un rotor 12 de un generador 10 para la rotación con el mismo. Por tanto, la rotación del buje 6 puede accionar el rotor 12 del generador 10.

[0018] En la figura 2, el rotor de turbina eólica 5 se puede montar de forma rotatoria en bastidor 9 a través de dos rodamientos de rotor 8. En otros ejemplos, el bastidor 9 no se puede extender a través del buje 6 y, por lo tanto, el rotor se puede sostener mediante un solo rodamiento de rotor 8, denominado comúnmente rodamiento principal.

5

[0019] El generador 10 puede comprender un rotor 12 y un estátor 13. El estátor se puede montar de forma rígida en el bastidor 9. El rotor puede estar montado de forma rotatoria en el estátor a través de un rodamiento de generador 14 de modo que el rotor pueda rotar con respecto al estátor alrededor de un eje.

10 [0020] El generador 10 se puede acoplar eléctricamente al convertidor 20. El convertidor de turbina eólica 20 puede adaptar la potencia eléctrica de salida del generador a los requisitos de la red eléctrica. En este ejemplo, el convertidor 20 se coloca dentro de la góndola 4; sin embargo, en otros ejemplos se puede colocar en otras localizaciones de la turbina eólica, por ejemplo en la parte superior de la torre o en la parte inferior de la torre. En grandes turbinas eólicas marinas, el convertidor puede ser un convertidor de medio voltaje, por ejemplo con un voltaje nominal comprendido entre 2 kV y 5 kV, para reducir las pérdidas eléctricas y los costosos cables.

15

[0021] La figura 3 es un diagrama de flujo de un procedimiento de ejemplo para determinar un período para calentar un convertidor de potencia de una turbina eólica. El procedimiento 300, en el bloque 301, comprende determinar un primer indicador que es indicativo de un tiempo en que el convertidor de potencia ha estado inactivo. Además, el procedimiento 300, en el bloque 302, comprende determinar el período de calentamiento en base a, al menos parcialmente, el primer indicador. El calentamiento del convertidor de potencia de la turbina eólica se puede realizar haciendo pasar un líquido caliente a través del convertidor de potencia durante el período de calentamiento determinado.

20

[0022] En algunos ejemplos, la determinación del primer indicador se puede basar en un tiempo en el que una bomba de enfriamiento ha estado inactiva. Por tanto, en situaciones en las que el convertidor de potencia puede haber estado inactivo pero la bomba de enfriamiento o el sistema de enfriamiento encargado de controlar la temperatura (y la humedad) del convertidor de potencia ha estado en operación continua, el período de calentamiento se puede reducir o eliminar. La bomba de enfriamiento puede estar conectada a una fuente de alimentación auxiliar y, por lo tanto, una parada del convertidor de potencia no implica necesariamente que la bomba de enfriamiento esté inactiva. En determinadas situaciones de pérdida de red, la bomba de enfriamiento se puede apagar junto con el convertidor de potencia, pero puede recuperar potencia una vez que se conecta una fuente de alimentación auxiliar. Por tanto, en ejemplos adicionales, el primer indicador se puede determinar en base a un período de tiempo entre un instante de tiempo en el que se ha encendido un generador auxiliar y un instante de tiempo en el que la turbina eólica se vuelve a conectar a una red. En otros ejemplos, el primer indicador se puede determinar comparando una marca de tiempo del inicio de un corte de red con una marca de tiempo del final de un corte de red. La comparación mencionada anteriormente se puede proporcionar mediante un dispositivo dedicado, tal como un detector de fallos de red, o se puede realizar mediante otro componente electrónico, tal como un procesador de un conjunto de convertidor de potencia u otros.

30

[0023] Además, un primer valor (V_1) para el período de calentamiento se puede basar en el primer indicador. Además, el primer valor (V_1) se puede seleccionar de entre una pluralidad de valores discretos en base al primer indicador. Más precisamente, el primer valor (V_1) para el período de calentamiento puede ser cero cuando el primer indicador está por debajo de un umbral mínimo, es decir, cuando el primer indicador de un tiempo en que el convertidor de potencia ha estado inactivo es inferior a 60 minutos. También se pueden implementar otras magnitudes para el umbral mínimo, tales como 45 minutos, 75 minutos o tiempos más cortos, más largos e intermedios. Además, el primer indicador se puede basar en cualquiera de los ejemplos anteriores divulgados como, por ejemplo, el tiempo en el que la bomba de enfriamiento ha estado inactiva.

35

40

45

50 Tabla 1: Intervalos de ejemplo del primer indicador y primeros valores asociados (V_1) para el período de calentamiento.

Primer indicador	Primer valor (V_1)
≤ 1 hora	0
> 1 hora y ≤ 4 horas	2 horas
> 4 horas y ≤ 8 horas	4 horas
> 8 horas y ≤ 16 horas	8 horas
> 16 horas y ≤ 24 horas	16 horas
> 24 horas	24 horas

[0024] De forma similar, se determina un primer valor discreto distinto de cero para el período de calentamiento cuando el primer indicador está por encima de un umbral mínimo. En ejemplos, como se muestra en la tabla 1, el primer valor discreto distinto de cero puede ser 2 horas cuando el primer indicador indicativo de un tiempo en que el convertidor de potencia ha estado inactivo es superior a 60 minutos (1 hora). Además, la pluralidad de valores discretos distintos de cero para el período de calentamiento asociado al primer indicador puede cambiar con incrementos en el primer indicador. Por tanto, el primer valor (V_1) para el período de calentamiento puede ser de 2 horas para valores de indicador comprendidos entre 1 y 4 horas, 4 horas para valores de indicador comprendidos entre 4 y 8 horas, 8 horas para valores de indicador comprendidos entre 8 y 16 horas. Además, la pluralidad de valores discretos para el período de calentamiento asociado al primer indicador puede comprender un primer valor máximo de 24 horas. El período máximo de calentamiento puede estar asociado a una magnitud de primer indicador superior a 24 horas, es decir, un período de tiempo en el que la bomba de enfriamiento ha estado inactiva más de 24 horas, u otros. En otros ejemplos, la duración del período de calentamiento puede duplicarse con incrementos constantes en el primer indicador, es decir, cada incremento de 3 horas en el primer indicador.

[0025] Además, el procedimiento 300 comprende además determinar una temperatura de un refrigerante (T_c) del convertidor de potencia. La temperatura de un refrigerante (T_c) se puede determinar midiendo la temperatura del propio refrigerante o estimando la temperatura en función de otro parámetro tal como, por ejemplo, la temperatura de un conducto de refrigerante. El procedimiento 300 también comprende determinar el período de calentamiento en base a, al menos parcialmente, la temperatura del refrigerante. Por tanto, el valor para el período de calentamiento se puede basar en un valor absoluto de la temperatura de refrigerante determinada (T_c). Además, el procedimiento 300 comprende estimar un punto de rocío (D_p) y determinar el período de calentamiento en base a, al menos parcialmente, una diferencia entre la temperatura de refrigerante (T_c) y el punto de rocío estimado (D_p).

[0026] En algunos ejemplos, el punto de rocío (D_p) se puede determinar midiendo la temperatura y la humedad del aire en el convertidor de potencia. Esto se puede hacer dentro o alrededor del convertidor de potencia. En otros ejemplos, el período de calentamiento puede ser cero para temperaturas de refrigerante (T_c) superiores a un umbral de temperatura de refrigerante predeterminado (T_{th}). El umbral de temperatura de refrigerante predeterminado (T_{th}) puede ser de aproximadamente 25 grados Celsius, pero se pueden seleccionar otras temperaturas dependiendo de las condiciones atmosféricas o de la naturaleza y disposición de los componentes electrónicos dentro del convertidor de potencia.

[0027] Además, en el procedimiento 300, un segundo indicador indicativo del período de calentamiento se determina en base a la diferencia entre la temperatura de refrigerante (T_c) y el punto de rocío estimado (D_p). Además, el período de calentamiento se puede basar, de manera selectiva, en el primer indicador o en el segundo indicador.

[0028] Además, el primer valor (V_1) para el período de calentamiento se puede basar en el primer indicador, y un segundo valor (V_2) para el período de calentamiento se puede basar en el segundo indicador. Por tanto, el período de calentamiento se puede seleccionar como el más bajo de los primer y segundo valores (V_1, V_2).

[0029] Además, el segundo valor (V_2) para el período de calentamiento puede disminuir linealmente en función de una diferencia de temperatura entre la temperatura de refrigerante (T_c) y el punto de rocío (D_p).

[0030] La figura 4 muestra un ejemplo de la relación lineal que puede existir entre el segundo valor (V_2) y la diferencia de temperatura analizada anteriormente. Por tanto, cuando la diferencia entre la temperatura de refrigerante (T_c) y punto de rocío (D_p) es mayor que 6 grados, el segundo valor (V_2) para el período de calentamiento puede ser cero. La diferencia de 6 grados representa un umbral de temperatura de ejemplo, pero se pueden seleccionar diferencias de temperatura mayores o menores como umbral de temperatura. Por otra parte, cuando la diferencia entre la temperatura de refrigerante (T_c) y punto de rocío (D_p) es casi cero, el segundo valor (V_2) para el período de calentamiento puede ser de 6 horas. Como se analizó en relación con el umbral de temperatura de refrigerante predeterminado (T_{th}), determinadas especificaciones de los componentes de convertidor de potencia pueden requerir una relación diferente entre la diferencia de temperatura y el período de calentamiento. Por tanto, la relación que se muestra en la figura 4 se puede desplazar hacia arriba o hacia abajo, puede tener una pendiente diferente o puede estar definida por una función diferente a un polinomio de primer orden.

[0031] Además, en algunos ejemplos, la temperatura y la humedad se pueden medir en una pluralidad de localizaciones dentro o alrededor del convertidor de potencia. En este caso, la determinación del segundo valor (V_2) para el período de calentamiento se puede basar en la diferencia más pequeña entre la temperatura de refrigerante (T_c) y punto de rocío (D_p).

[0032] La figura 5 es un diagrama de flujo de otro ejemplo de un procedimiento 500 para determinar un período de calentamiento de un convertidor de potencia de una turbina eólica, después de un período de corte de red. En particular, la figura 5 muestra que el procedimiento 500 comprende, en el bloque 501, determinar un primer indicador indicativo de un tiempo en que el convertidor de potencia ha estado inactivo. Además, el procedimiento 500 también comprende, en el bloque 502, determinar un primer valor (V_1) para el período de calentamiento en base a, al menos parcialmente, el primer indicador. Además, el procedimiento también comprende, en el bloque 503, determinar una temperatura de un refrigerante (T_c) del convertidor de potencia. Además, el procedimiento 500 comprende, en el bloque

504, estimar un punto de rocío (D_p) y, en el bloque 505, determinar un segundo valor (V_2) para el período de calentamiento en base a una diferencia entre la temperatura de refrigerante (T_c) y el punto de rocío (D_p). A continuación, en el bloque 506, la duración del período de calentamiento se selecciona como un valor mínimo de los primer (V_1) y segundo (V_2) valores para el período de calentamiento.

5 [0033] En algunos ejemplos, el procedimiento 500 puede comprender asignar un valor cero al segundo valor (V_2) para el período de calentamiento si la temperatura de refrigerante (T_c) está por encima del umbral de temperatura de refrigerante predeterminado (T_{th}).

10 [0034] En otro aspecto, se divulga un conjunto de convertidor de potencia configurado para determinar la duración de un período de calentamiento. El conjunto de convertidor de potencia comprende una configuración de procesador para determinar un primer indicador (301) indicativo de un tiempo en que el convertidor de potencia ha estado inactivo. Además, el procesador está configurado para determinar el período de calentamiento en base a, al menos parcialmente, el primer indicador.

15 [0035] Además, el conjunto de convertidor de potencia comprende un sensor de temperatura configurado para medir una temperatura (T_c) de un refrigerante del convertidor de potencia, un sensor de temperatura configurado para medir la temperatura del aire en o alrededor del convertidor de potencia, y un sensor de humedad configurado para medir la humedad del aire en o alrededor del convertidor de potencia. De forma alternativa, se puede incluir una selección de 20 los sensores divulgados previamente. Además, el procesador está configurado para estimar un punto de rocío (D_p) en base a la temperatura y humedad del aire medidas para determinar el período de calentamiento también en base a, al menos parcialmente, la diferencia entre la temperatura de refrigerante (T_c) y el punto de rocío (D_p).

25 [0036] En ejemplos adicionales, el período de calentamiento también se puede basar en una magnitud absoluta de la temperatura de refrigerante (T_c). Además, el procesador se puede configurar para seleccionar el período de duración de calentamiento como un valor mínimo entre el primer valor (V_1) y el segundo valor para el período de calentamiento.

30 [0037] El conjunto de convertidor de potencia se puede configurar para realizar cualquiera de las etapas incluidas en cualquiera de los ejemplos de los procedimientos divulgados, y puede comprender dispositivos adicionales para realizarlas cuando sea necesario.

35 [0038] Esta descripción escrita usa ejemplos para divulgar la presente enseñanza, incluyendo los modos de realización preferentes, y también para permitir que cualquier experto en la técnica la ponga en práctica, incluyendo la fabricación y el uso de cualquier dispositivo o sistema y la realización de cualquier procedimiento incorporado. El alcance patentable está definido por las reivindicaciones adjuntas.

40 [0039] Si los signos de referencia relacionados con los dibujos están colocados entre paréntesis en una reivindicación, son exclusivamente para intentar incrementar la inteligibilidad de la reivindicación y no se interpretarán como limitantes del alcance de la reivindicación.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento (300) para determinar un período para calentar un convertidor de potencia (20) de una turbina eólica (1), comprendiendo el procedimiento (300):
 - 5 determinar (301) un primer indicador que es indicativo de un tiempo en que el convertidor de potencia (20) ha estado inactivo;
 - 10 determinar (302) el período de calentamiento en base a, al menos parcialmente, el primer indicador;
 - 15 determinar (503) una temperatura de un refrigerante del convertidor de potencia;
 - 20 estimar un punto de rocío; y
 - 25 determinar el período de calentamiento en base a, al menos parcialmente, una diferencia entre el punto de rocío estimado y la temperatura de refrigerante.
2. El procedimiento (300) de la reivindicación 1, en el que el primer indicador se determina en base a un tiempo en el que un sistema de enfriamiento ha estado inactivo.
3. El procedimiento (300) de una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que la turbina eólica se encuentra en un período de corte de red y el primer indicador se determina en base a un período de tiempo entre un instante de tiempo en el que se ha encendido un generador auxiliar y un instante de tiempo en el que la turbina eólica (1) se vuelve a conectar a una red.
4. El procedimiento (300) de una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que la turbina eólica (1) se encuentra en un período de corte de red y el primer indicador se determina comparando una marca de tiempo del inicio de corte de red con una marca de tiempo del final de corte de red.
5. El procedimiento (300) de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el período de calentamiento es cero para temperaturas de refrigerante superiores a un umbral de temperatura de refrigerante predeterminado.
6. El procedimiento (300) de una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que un segundo indicador indicativo del período de calentamiento se determina en base a la diferencia entre la temperatura de refrigerante y el punto de rocío estimado, y en el que el período de calentamiento se basa, de manera selectiva, en el primer indicador o en el segundo indicador.
7. El procedimiento (300) de la reivindicación 6, en el que un primer valor para el período de calentamiento se basa en el primer indicador y un segundo valor para el período de calentamiento se basa en el segundo indicador, y en el que el período de calentamiento se selecciona (506) como el más bajo de los primer y segundo valores.
8. El procedimiento (300) de la reivindicación 7, en el que el primer valor para el período de calentamiento es cero cuando el primer indicador está por debajo de un umbral mínimo y el segundo valor para el período de calentamiento es cero cuando la diferencia de temperatura es mayor que un umbral de diferencia de temperatura.
9. El procedimiento (300) de la reivindicación 7 u 8, en el que el segundo valor para el período de calentamiento disminuye linealmente en función de una diferencia de temperatura entre la temperatura de refrigerante y el punto de rocío.
10. El procedimiento (300) de una cualquiera de las reivindicaciones 7-9, en el que la temperatura y la humedad se miden en una pluralidad de localizaciones en el convertidor de potencia (20), y la determinación del segundo valor para el período de calentamiento se basa en la diferencia más pequeña entre la temperatura de refrigerante y el punto de rocío.
11. El procedimiento (300) de una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, que comprende además calentar el convertidor de potencia (20) de la turbina eólica (1) haciendo pasar un líquido caliente a través del convertidor de potencia (20) durante el período de calentamiento determinado.
12. Un conjunto de convertidor de potencia configurado para determinar la duración de un período de calentamiento, comprendiendo el convertidor de potencia:
 - 60 un procesador configurado para determinar un primer indicador de un tiempo en que el convertidor de potencia ha estado inactivo, el procesador configurado además para determinar un período de calentamiento en base a, al menos parcialmente, el primer indicador;
 - 65 un sensor de temperatura configurado para medir la temperatura de un refrigerante del convertidor de potencia; y
 - un sensor de humedad configurado para medir la humedad del aire;

caracterizado por que el convertidor de potencia comprende además un sensor de temperatura configurado para medir la temperatura del aire; y por que el procesador está configurado además para estimar un punto de rocío en base a la temperatura del aire y la humedad medidas, y para determinar el período de calentamiento también en base a la diferencia de temperatura entre la temperatura del refrigerante y el punto de rocío.

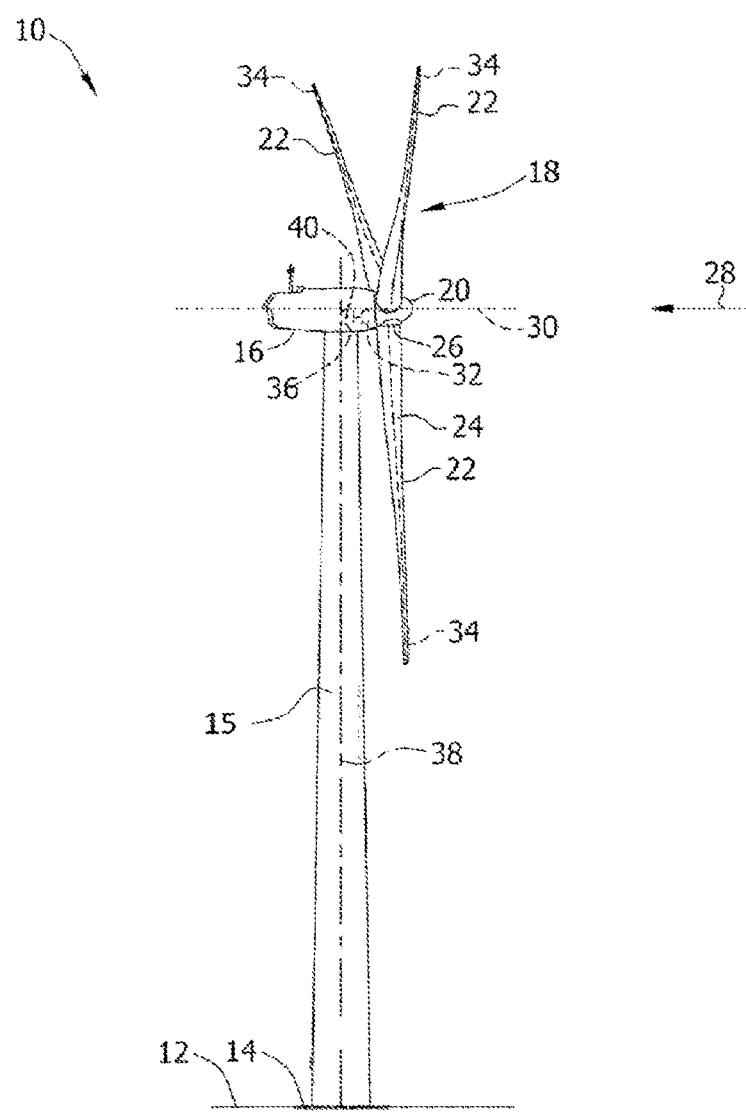


Fig. 1

ES 2 994 584 T3

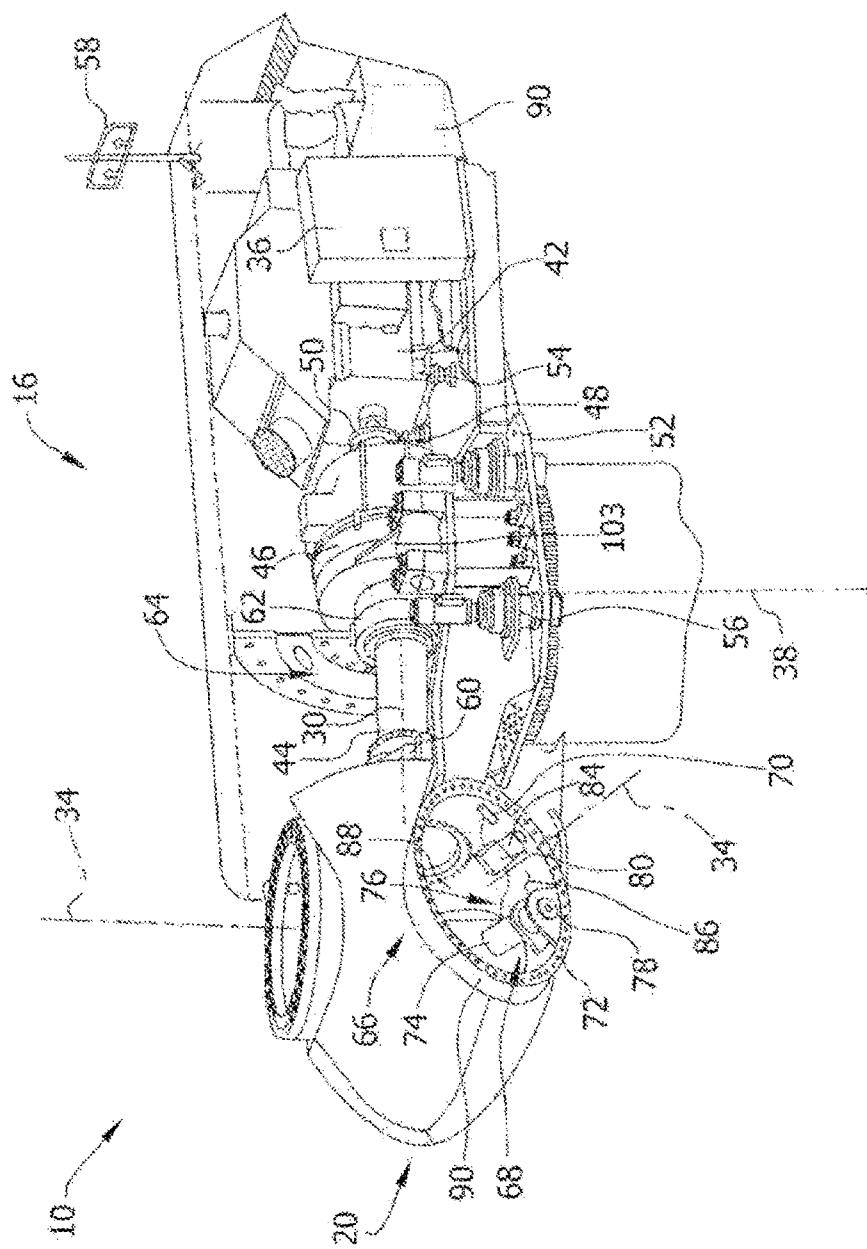


Fig. 2

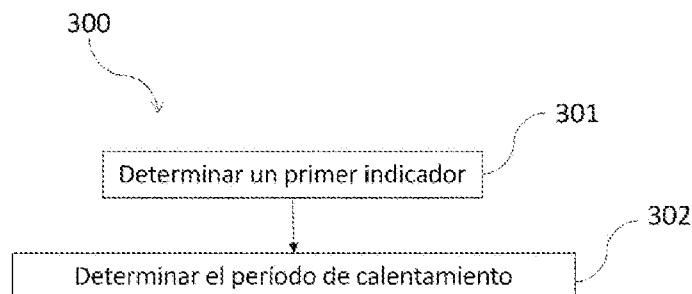


Fig. 3

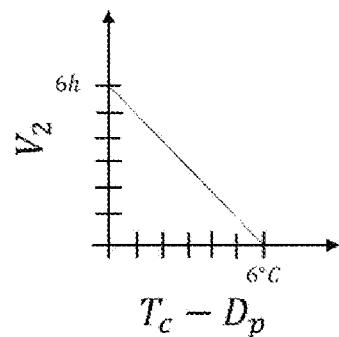


Fig. 4

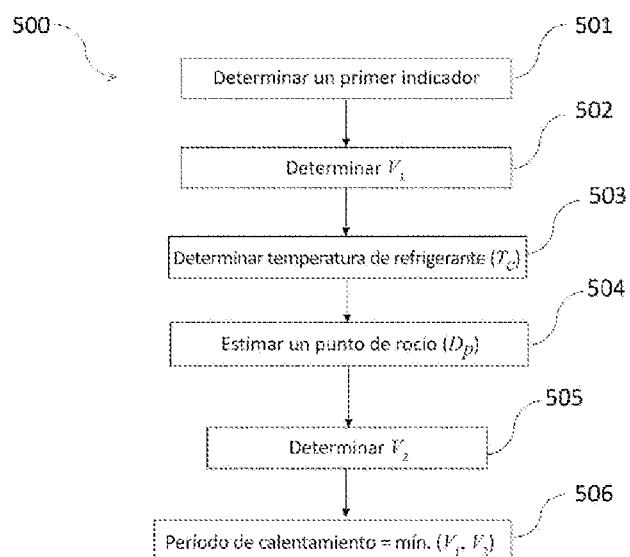


Fig. 5