

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 484 440**

51 Int. Cl.:

F03D 7/02 (2006.01)

F03D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.11.2007 E 07847361 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.04.2014 EP 2100037**

54 Título: **Procedimiento de lubricación dinámica de un cojinete de inclinación de las palas de un aerogenerador**

30 Prioridad:

28.11.2006 EP 06124959

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

11.08.2014

73 Titular/es:

**ALSTOM RENOVABLES ESPAÑA, S.L. (100.0%)
C/ Roc Boronat, 78
08005 Barcelona, ES**

72 Inventor/es:

GARCÍA I ERILL, DANIEL

74 Agente/Representante:

ZEA CHECA, Bernabé

ES 2 484 440 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

Procedimiento de lubricación dinámica de un cojinete de inclinación de las palas de un aerogenerador

5

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento de lubricación dinámica de un cojinete de inclinación de las palas de un aerogenerador. La invención se refiere, además, a un dispositivo para llevar a cabo dicha lubricación dinámica de un mecanismo de inclinación de las palas.

Antecedentes

Los mecanismos de inclinación de las palas actúan sobre las palas del rotor de un aerogenerador para variar sus respectivos ángulos de ataque con el fin de lograr la máxima potencia. Por esta razón, las palas van guiadas de manera giratoria alrededor de un eje a través de unos cojinetes. Para prolongar la vida útil del mecanismo de inclinación de las palas, su pista de rodadura y su dentado deben lubricarse.

El giro del mecanismo de inclinación de las palas se realiza en base a la velocidad del viento (vientos de baja velocidad requieren palas dispuestas en un ángulo de inclinación mínimo y vientos de alta velocidad requieren variar el ángulo de inclinación girando las palas con el fin de variar el ángulo de inclinación - ángulo de ataque de la pala). Para ambos casos, es muy importante realizar una buena lubricación de los cojinetes del mecanismo de inclinación (pista de rodadura y dentado).

Los aerogeneradores funcionan en diferentes condiciones de funcionamiento y, por lo tanto, la actividad del mecanismo de inclinación de las palas es diferente para cada aerogenerador. En consecuencia, la grasa necesaria para cada mecanismo de un aerogenerador también es diferente y en general esto no está optimizado.

Los procedimientos de lubricación de la técnica anterior consisten en inyectar automáticamente grasa al cojinete por medio de un sistema de bombeo. Los procedimientos de inyección conocidos proporcionan grasa cada cierto tiempo, independientemente de la actividad del aerogenerador y otras condiciones. Los procedimientos de lubricación conocidos son manuales o bien automáticos.

Un procedimiento manual de la técnica para la lubricación de un mecanismo de un aerogenerador implica operaciones totalmente manuales que se programan periódicamente por un servicio de mantenimiento. Dichas operaciones comprenden detener el aerogenerador, inyectar grasa manualmente a dicho mecanismo por el personal de mantenimiento y poner en marcha el aerogenerador hasta la siguiente fecha de mantenimiento programada. WO03019004 describe cómo se lubrica una pala del rotor de un aerogenerador. Se utiliza un cartucho de grasa lubricante el cual va conectado por medio de un conducto de alimentación a unos cuerpos de rodadura. Después se suministra a presión lubricante que sale del cartucho de grasa lubricante hacia dicho cojinete y lo lubrica. La grasa lubricante que sale fuera del cojinete de rodadura sólo puede escapar a la parte inferior del cojinete de rodadura hacia una cámara de lubricante, utilizándose todavía esa grasa para lubricar el mecanismos de inclinación.

Los procedimientos automáticos para lubricar un mecanismo de un aerogenerador se llevan a cabo mediante el uso de un dispositivo de lubricación centralizada que está instalado dentro del aerogenerador. El dispositivo incluye un sistema de bombeo equipado con un PLC que bombea grasa desde un cartucho a través de un circuito que distribuye grasa a los puntos necesarios del mecanismo que se han de lubricar. El dispositivo realiza un procedimiento de lubricación totalmente automático según un programa cíclico.

US6877360 describe un sistema y un procedimiento para el ajuste de lubricación dinámica para un sistema de análisis de lubricación. Se dispone un módulo de control que tiene un procesador y unos sensores que proporcionan datos que serán utilizados por el procesador para controlar el fluido. El procesador dispensa el fluido en base a uno o más parámetros del fluido.

JP63109944 se refiere a un procedimiento para suministrar una cantidad adecuada de aire y aceite al elemento giratorio del cojinete para controlar una cantidad de aceite suministrado a un cojinete de un elemento giratorio. Se dispone una unidad de control programable que actúa sobre las válvulas y depende de la condición de giro del elemento giratorio. El aceite se suministra a unas tuberías y un temporizador de la unidad de control programable se detiene al ser accionado durante un período de tiempo adecuado para que las válvulas se cierren. Por lo tanto, la lubricación se realiza en base a un tiempo de lubricación y un intervalo de lubricación prescritos.

WO0121956 describe un aerogenerador que tiene un generador con un rotor, un estator y un cojinete con una unidad de lubricación para asegurar que el cojinete es suministrado continuamente con lubricante.

DE20021026U1 describe un sistema de control de lubricante para un aerogenerador que tiene medios progresivos para suministrar grasa con un recipiente de grasa separado conectado a los mismos.

- 5 EP1286048 dispone un sistema de regulación de las palas de un rotor que se acciona en sentidos opuestos entre sí para mover dos conexiones giratorias entre sí para la distribución de lubricante.

Proporcionar una lubricación cíclica periódica en sistemas que no tienen un comportamiento cíclico no se ha demostrado que resulte ventajoso. En el caso de un mecanismo de inclinación de las palas de un aerogenerador esto es más significativo ya que los aerogeneradores tienen dos umbrales de funcionamiento distintos, es decir, con el aerogenerador en producción de energía con las palas siempre fijas en el mismo ángulo de inclinación (viento de aproximadamente 0-10 m/s) o con las palas en un ángulo de inclinación variable (viento de aproximadamente 11-25 m/s). Estos dos umbrales de funcionamiento requieren criterios de lubricación diferentes. La velocidad del viento es un fenómeno que tiene un comportamiento no excesivamente cíclico (puede decirse que como mucho es estadístico).

Se ha encontrado que una lubricación cíclica, especialmente en sistemas de aerogeneradores, presenta muchos inconvenientes tales como, por ejemplo, un consumo de grasa no deseable, una vida útil del cojinete de inclinación de las palas limitada, un efecto de formación de estrías, costes elevados, mucho tiempo de mantenimiento y contaminantes ambientales.

Descripción de la invención.

Un objetivo de la invención es un procedimiento tal como se define en la reivindicación 1.

Las condiciones de funcionamiento definidas en la reivindicación 1 pueden incluir por lo menos uno o más de los parámetros seleccionados del sitio de trabajo del aerogenerador y la velocidad del viento. Por otra parte, los parámetros relacionados con la actividad de inclinación pueden incluir por lo menos uno o más de los parámetros seleccionados de giros de las palas mediante el mecanismo de inclinación de las palas del aerogenerador y el período de tiempo en el que el aerogenerador está en funcionamiento. Dichos parámetros relacionados con la actividad de inclinación pueden determinarse mediante uno o varios contadores.

La presente invención se refiere, además, a un dispositivo tal como se define en la reivindicación 5. Un dispositivo de acuerdo con la invención puede comprender una o varias bombas eléctricas que bombean grasa desde un depósito y por lo menos un distribuidor asociado a la bomba que suministra grasa a los puntos del cojinete de inclinación de las palas que se ha de lubricar.

Por lo tanto, la lubricación del cojinete del mecanismo de inclinación de las palas se realiza de manera dinámica y centralizada a través del control principal del aerogenerador. El control principal incluye una unidad de control informático que controla en todo momento el estado del aerogenerador recibiendo información sobre, por ejemplo, las condiciones (lugar de funcionamiento, velocidad del viento), y/o parámetros relacionados con la actividad de la inclinación de las palas (giros de las palas, período de tiempo en que el aerogenerador está en funcionamiento, etc.). Por consiguiente, el control principal actúa de manera inteligente enviando una orden de salida adecuada a partir de dicha información para llevar a cabo un modo de lubricación particular.

El dispositivo puede incluir, además, medios para detectar que por lo menos un volumen mínimo de grasa está presente en dicho depósito y medios para detectar grasa que se bloquea curso abajo de la bomba.

El procedimiento y el dispositivo que se describen aquí de acuerdo con la invención proporcionan muchas ventajas respecto a los procedimientos y el dispositivo de la técnica anterior utilizados para el mismo fin. Dichas ventajas incluyen, por ejemplo, un consumo de grasa optimizado (la grasa se proporciona solamente según sea necesario y se optimiza la cantidad de grasa inyectada), se aumenta la vida útil del cojinete de inclinación, se reduce el efecto de formación de estrías (cuando el cojinete no está girando podrían darse problemas cuando hay un contacto directo con las bolas de cojinete y la pista de rodadura y no hay grasa presente), así como una reducción del tiempo y el coste de mantenimiento y contaminantes ambientales.

De acuerdo con la invención, la lubricación no la ordena un programa cíclico como en los procedimientos de la técnica anterior sino que se controla de manera dinámica y se optimiza para cada aerogenerador a través de su propio control principal. Tal como se ha indicado anteriormente, la lubricación dinámica de acuerdo con la invención es un procedimiento activo (en lugar de procedimientos de lubricación pasivos de la técnica anterior), que permite además realizar movimientos de inclinación de las palas con el fin de mejorar lubricación de los cojinetes de inclinación, si es necesario.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirá una realización particular de un procedimiento de lubricación dinámica de un cojinete de inclinación de las palas de un aerogenerador de acuerdo con la presente invención, sólo a modo de ejemplo no limitativo, con referencia al dibujo adjunto, en el cual se muestra esquemáticamente un diagrama de bloques. El dibujo también muestra partes de un dispositivo de acuerdo con la invención.

Descripción de realizaciones particulares

10 En la realización que se describirá, el procedimiento de la invención se lleva a cabo mediante un dispositivo para la lubricación dinámica de un cojinete de inclinación de las palas de un aerogenerador.

El dispositivo de la invención comprende un control principal del aerogenerador 100 conectado a una serie de contadores 110-113 y unas bombas eléctricas 130.

15 El control principal 100 recibe datos de entrada 114 de dichos contadores 110-113 que cuantifican numéricamente la actividad generadora del viento contando parámetros relacionados con la actividad de inclinación de las palas. El control principal 100 también recibe datos de entrada 115 acerca de las condiciones de funcionamiento del aerogenerador 116-119.

20 El control principal 100 recibe dichos datos de entrada 114, 115 y determina entonces si el cojinete de inclinación de las palas del aerogenerador requiere lubricación. Es evidente que puede disponerse y programarse un número de contadores y condiciones diferente.

25 En un ejemplo, se dispone un contador 110 para contar el número de giros de la pala producidos por el movimiento de inclinación. Se dispone otro contador 111 para contar el número de horas que el aerogenerador se encuentra en producción de energía. Se dispone un contador adicional 112 para contar el número de horas que el aerogenerador se encuentra en producción de energía con las palas siempre estacionarias en el mismo ángulo de inclinación.

30 Si se determina que se requiere lubricación, el control principal 100 envía una orden de salida 122 para accionar las bombas 130 conectadas a éste. Las bombas 130 se accionan entonces para suministrar grasa desde unos depósitos (no mostrados) a través de unas válvulas de sobrepresión 135 y unos conductos 136 al distribuidor principal y secundario 137, 138. Los distribuidores 137, 138 suministran grasa a unos puntos de engrase de los cojinetes de inclinación 139, 140 del mecanismo de inclinación de las palas.

35 Si se determina que no se requiere lubricación, no se accionan las bombas 130.

Si el control principal 100 determina que se requiere lubricación puede seleccionarse un modo de lubricación. El modo de lubricación puede consistir en inyectar grasa al cojinete de inclinación durante un período de tiempo determinado de acuerdo con datos de entrada 114, acerca de la actividad de inclinación, a partir de los contadores 40 110-113 y/o datos de entrada 115 a partir de las condiciones de funcionamiento del aerogenerador y haciendo que las palas del aerogenerador giren durante la inyección de grasa si es necesario para que la grasa pueda entrar en el cojinete de inclinación de las palas.

45 Se dispone un temporizador (no mostrado) para determinar el tiempo que dura cada proceso de inyección de grasa en la lubricación. Cada período de tiempo se define en la diferente estrategia de lubricación programada y se calcula para inyectar una cantidad de grasa determinada que se requiere de acuerdo con una estrategia de lubricación específica, a la vista de las diferentes condiciones (condiciones de funcionamiento del aerogenerador y/o parámetros relacionados con la actividad de inclinación).

50 Los datos de entrada 114 de los contadores 110-113 están estrechamente relacionados con los datos de entrada 115 de las condiciones de funcionamiento del aerogenerador. En este sentido, de acuerdo con la zona geográfica, pueden darse diferentes velocidades del viento (mayor, menor, más constante, más variable), temperaturas y otras condiciones climáticas (lluvia, densidad del aire, un perfil de viento más o menos definido) que hacen que el funcionamiento del aerogenerador se vea alterado. Por ejemplo, dependiendo de la velocidad del viento, el ángulo de inclinación de las palas tiene que variarse (con una velocidad del viento <10 m/s, el ángulo de inclinación de las palas siempre es fijo y con una velocidad del viento >11 m/s, el ángulo de inclinación de las palas varía constantemente). Estas condiciones son cuantificadas por los contadores 110-113. En este sentido, tener las palas fijas en el mismo ángulo de inclinación durante mucho tiempo puede ser peligroso, ya que la grasa puede desaparecer del punto de contacto teniendo como resultado así un desgaste (efecto de formación de estrías). Haciendo que las palas del aerogenerador giren durante la inyección de grasa, de acuerdo con el modo de lubricación mencionado anteriormente del procedimiento de la invención, la grasa entra donde sea necesario.

El control principal del aerogenerador 100 tiene una programación de software para controlar dinámicamente la lubricación. Se dispone un programa principal que gestiona y controla el funcionamiento del aerogenerador que incluye un subprograma que permite controlar dinámicamente la lubricación. Ese subprograma está parametrizado para poder editar y modificar los parámetros establecidos para cada sitio y tipo de aerogenerador. El subprograma 5 define una estrategia de lubricación a utilizar, combinando de diferentes parámetros de funcionamiento del aerogenerador.

Un ejemplo de estrategia de lubricación podría ser considerar varias condiciones 116-119 tales como, por ejemplo:

10 - una primera condición 116 en la que para 1000 revoluciones acumuladas debido al movimiento de la pala se lleva a cabo una lubricación que consiste en accionar bombas de grasa 130 para lubricar tanto el dentado de la corona interior como la pista de rodadura del cojinete más de 30 segundos (tiempo calculado para que se introduzca el volumen de grasa requerido);

15 - una segunda condición 117 en la que para 150 horas acumuladas con el aerogenerador en producción de energía se lleva a cabo lubricación como en la primera condición 116;

- una tercera condición 118 en la que si el número de horas acumuladas en las que el aerogenerador se encuentra en producción de energía con la pala siempre estacionaria en el mismo ángulo de inclinación es igual a 10 horas y la 20 velocidad media del viento es <7 m/s, se realiza una lubricación que consiste en accionar bombas de grasa 130 para lubricar tanto el dentado de la corona interior como la pista de rodadura del cojinete más de 30 segundos (tiempo calculado para que se introduzca el volumen de grasa requerido);

- una cuarta condición 119 en la que si el número de horas acumuladas en la que el aerogenerador se encuentra en 25 producción de energía con la inclinación de la pala de paso siempre estacionaria en el mismo ángulo es igual a 10 horas y la velocidad media del viento es ≥ 7 m/s, se realiza una lubricación que consiste en accionar bombas de grasa para lubricar tanto el dentado de la corona interior como la pista de rodadura del cojinete más de 15 segundos (tiempo calculado para que se introduzca el volumen de grasa requerido) cuando el aerogenerador está moviendo las palas para regular la velocidad.

30 El software puede modificarse también para añadir nuevas condiciones y nuevos tipos de lubricación con el fin de definir nuevas estrategias de lubricación y contadores.

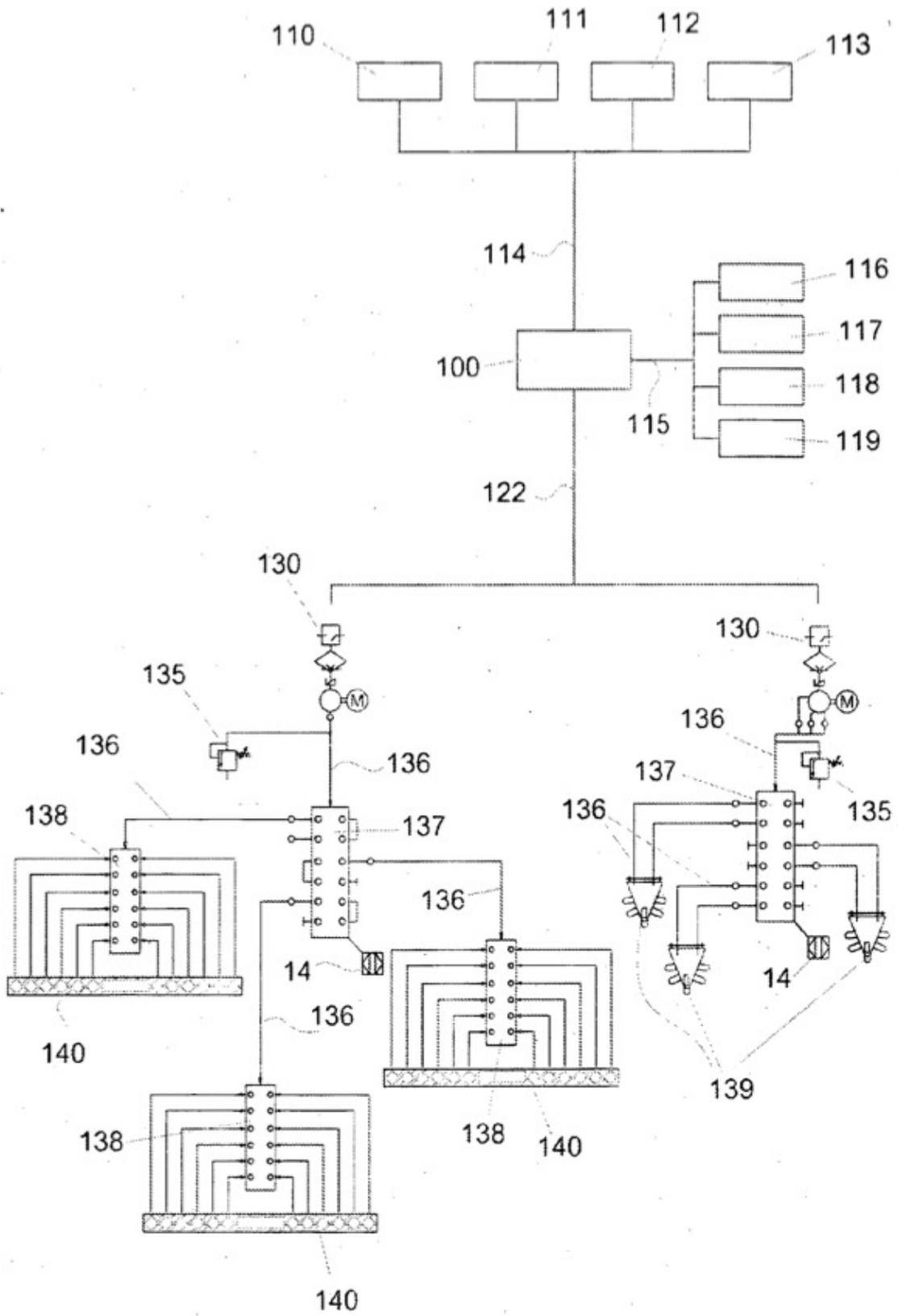
Una vez completada cualquiera de las estrategias de lubricación definidas de acuerdo a las condiciones 116-119, 35 todos los contadores 110-113 se ponen a cero de manera que cuando se produzca cualquiera de las condiciones programadas 116-119 entonces se realice otra lubricación, y así sucesivamente.

El dispositivo de lubricación dinámica de un cojinete de inclinación de las palas de un aerogenerador que se ha descrito aquí de acuerdo con la invención puede incluir, además, medios para detectar el bloqueo de grasa. Estos 40 medios se disponen curso abajo de las bombas 130 y comprende un sistema de control de funcionamiento que incluye un detector de ciclo 141 que está conectado a cada distribuidor principal 137. A medida que la grasa discurre a través de unos conductos y los distribuidores principales 137, unos pistones (no mostrados) se mueven cíclicamente de un extremo a otro de manera que durante un período de lubricación (por ejemplo, 30 segundos) cada detector de ciclo 141 ha contado un número determinado de desplazamientos del pistón que significa que el 45 dispositivo funciona correctamente. Cuando no se lleva a cabo un número determinado de desplazamientos del pistón, esto es detectado por el detector de ciclo 14 como que el dispositivo no está funcionando correctamente, en cuyo caso se envía una señal de advertencia de circuito bloqueado a un punto de mantenimiento para planificar una tarea de reparación del circuito y desactivar todos los tipos de lubricación del circuito afectado.

50 El dispositivo de la invención está provisto, además, de medios para detectar que en el depósito correspondiente hay presente por lo menos un volumen mínimo de grasa. Más concretamente, los depósitos de grasa de cada bomba eléctrica 130 están provistos de un sensor (no mostrado) para indicar que la bomba 130 está casi vacía, es decir, que en el interior del depósito hay presente una pequeña cantidad de grasa, en cuyo caso se envía una señal de advertencia a un punto de mantenimiento de que el depósito está casi vacío para planificar una tarea para volver 55 a cargar el depósito de grasa. Varias o todas las operaciones de lubricación pueden desactivarse para extender la reserva de grasa en el depósito.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para lubricar dinámicamente un cojinete de inclinación de las palas de un aerogenerador, que comprende las etapas de:
- 5
- a) determinar por lo menos una de las condiciones de funcionamiento del aerogenerador o parámetros relacionados con la actividad de inclinación de las palas (116-119);
 - caracterizado por el hecho de que comprende, además, las etapas de
 - 10 b) determinar si se requiere lubricación en función de por lo menos las condiciones de funcionamiento o los parámetros de inclinación de las palas (116-119);
 - c) provocar la lubricación del cojinete de inclinación de las palas si la determinación en la etapa b) es positiva; y
 - d) seleccionar un modo de lubricación si la determinación en la etapa b) es positiva, comprendiendo el citado modo de lubricación por lo menos inyectar grasa durante un período de tiempo;
- 15 en el que dicho modo de lubricación comprende provocar que las palas del aerogenerador giren durante la inyección de grasa.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que dichas condiciones de funcionamiento incluyen, por lo menos, uno o más de los parámetros seleccionados de sitio de funcionamiento del aerogenerador y velocidad del viento.
- 20
3. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que dichos parámetros relacionados con la actividad de inclinación incluyen por lo menos uno o más de los parámetros seleccionados de giros de la pala mediante el mecanismo de inclinación de las palas del aerogenerador y el período de tiempo en el que el aerogenerador está en funcionamiento.
- 25
4. Procedimiento según la reivindicación 1 o la reivindicación 3, caracterizado por el hecho de que los parámetros relacionados con la actividad de inclinación son determinados mediante por lo menos un contador (110-113).
- 30
5. Dispositivo para lubricar dinámicamente un cojinete de inclinación de las palas de un aerogenerador, que comprende medios para determinar condiciones de funcionamiento del aerogenerador, caracterizado por el hecho de que comprende, además, medios para determinar parámetros relacionados con la actividad de inclinación, un control principal del aerogenerador (100) para determinar si se necesita lubricación en función de las condiciones de funcionamiento y parámetros de la actividad de inclinación (116-119), y medios para provocar la lubricación del cojinete de inclinación de las palas si se requiere lubricación.
- 35
6. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de que comprende, además, por lo menos una bomba (130) que bombea grasa desde un depósito, y por lo menos un distribuidor (137, 138) asociado a dicha bomba (130) que suministra grasa a puntos del cojinete de inclinación de las palas (139, 140) a lubricar.
- 40
7. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de que comprende, además, medios para detectar que en dicho depósito hay presente por lo menos un volumen mínimo de la grasa.
- 45
8. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de que comprende, además, medios para detectar un bloqueo de grasa curso abajo de la bomba (130).



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.

Documentos de patentes citados en la descripción

- WO03019004 A
- US6877360 B
- JP63109944 B
- WO0121956 A
- DE20021026 U1
- EP1286048 A