

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 498 015**

51 Int. Cl.:

F03D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.12.2006 E 06024928 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.06.2014 EP 1801415**

54 Título: **Planta de energía eólica con un dispositivo de relubricación para cojinete de generador**

30 Prioridad:

02.12.2005 DE 102005057610

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

24.09.2014

73 Titular/es:

**SENVION SE (100.0%)
Überseering 10
22297 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

ALTEMARK, JENS

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 498 015 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

Planta de energía eólica con un dispositivo de relubricación para cojinete de generador

5 La invención se refiere a una planta de energía eólica de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y a un procedimiento para la ejecución con una planta de energía eólica, en el que se alimenta grasa lubricante a un cojinete, en particular un cojinete de generador.

10 En la sala de máquinas de plantas de energía eólica convencionales está dispuesto un generador, cuyo árbol de generador está montado en un cojinete A y B. Ambos cojinetes están lubricados de manera usual con grasa. A diferencia de una lubricación con aceite no hay un circuito de lubricante en los cojinetes lubricados con grasa. En las plantas de energía eólica conocidas tiene lugar una relubricación dependiente del tiempo, a este respecto, una cantidad predeterminada de grasa lubricante, por ejemplo, unos pocos centímetros cúbicos, se inyecta en el cojinete A y B del generador en intervalos de tiempo predefinidos, por ejemplo, cada cinco horas. Se ha demostrado que esta lubricación casi continua responde sólo de manera insuficiente e inexacta al consumo real o al envejecimiento del lubricante. Se ha comprobado que la temperatura del cojinete está sujeta a variaciones no deseadas en el caso de la relubricación descrita y que la temperatura del cojinete aumenta en particular directamente después de inyectarse la grasa lubricante.

20 El documento DE10043593A1 describe un engranaje para aerogeneradores con un rotor. El rotor está guiado mediante dos cojinetes de deslizamiento que están configurados como cojinetes de deslizamiento hidrostáticos y se abastecen de aceite por medio de una bomba.

25 Por el documento DE2919489A1 es conocido un dispositivo de relubricación para generadores de corriente trifásica de vehículos de motor, que utiliza un lubricante esencialmente sólido por debajo de una temperatura predeterminada y esencialmente líquido por encima de la temperatura predeterminada.

El documento US 6.125.969 da a conocer un dispensador de líquido controlado mediante un microprocesador.

30 Por el documento DE102004005543A1 es conocida una planta de energía eólica con un circuito de lubricante.

Por el documento JP11117914 es conocido también un circuito de líquido que se acciona mediante una bomba hidráulica.

35 Por el documento DE2919486A1 es conocido un dispositivo de relubricación para máquinas eléctricas, que conduce el lubricante a través de un tubo termorretráctil.

40 Es objetivo de la invención poner a disposición una planta de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1 con un suministro mejorado de grasa lubricante para el cojinete de generador y un procedimiento mejorado para la lubricación de un cojinete de generador de acuerdo con la reivindicación 8.

El objetivo en relación con el dispositivo se consigue mediante la planta de energía eólica de tipo genérico que presenta los rasgos de la parte caracterizadora de la reivindicación principal.

45 La invención se basa en la idea de que la alimentación de grasa lubricante a cojinetes, en particular a cojinetes de los generadores de plantas de energía eólica, no se realice exclusivamente dependiendo del tiempo, sino dependiendo de parámetros del cojinete de la planta de energía eólica que varían durante el funcionamiento. Con este fin están previstos un dispositivo de medición que mide los valores de parámetros y un dispositivo de control, en los que se registran los valores de medición. A partir de los valores de medición, el dispositivo de control determina los valores de control que están determinados para el dispositivo alimentador de grasa lubricante y que determinan la cantidad de grasa lubricante. La función del dispositivo corresponde a la de un dispositivo dosificador de grasa lubricante. De manera preferente tiene lugar una medición continua de al menos un parámetro. La cantidad de lubricante dispensada al cojinete A y B del generador se determina ventajosamente de manera continua a partir de los valores de medición. El lubricante se puede alimentar continuamente o casi continuamente, es decir, el lubricante se alimenta de manera consecutiva y breve en forma de impulsos o también en intervalos mayores.

50 En una forma de realización preferida de la invención, el dispositivo de medición está destinado para medir continuamente los valores de parámetros durante un funcionamiento correcto de la planta de energía eólica. Los parámetros medidos según la invención son preferentemente parámetros de funcionamiento, como, en particular, la velocidad de giro, el número de revoluciones de cojinete completadas y la temperatura dentro y fuera del al menos un cojinete, que se miden continuamente y que dan una información sobre el estado operativo durante el funcionamiento correcto de la instalación. Los valores de parámetros se transmiten al dispositivo de control que controla a continuación el dispositivo alimentador de grasa lubricante para dispensar la grasa lubricante durante el funcionamiento correcto. Según la invención, la grasa lubricante se alimenta de manera puntual, de modo que no se produce un suministro deficiente de grasa lubricante que dañe el al menos un cojinete.

El dispositivo alimentador de grasa lubricante según la invención es adecuado para relubricar cojinetes de un generador de una planta de energía eólica. El generador presenta por lo general un árbol de generador que está montado de manera giratoria preferentemente en un cojinete A y B dispuesto en el interior del generador. Se ha comprobado sorprendentemente que la cantidad de lubricante, necesaria por período de tiempo, depende esencialmente de la velocidad de giro del árbol de generador como uno de los parámetros variables en el cojinete A y B. La cantidad de lubricante necesaria por unidad de tiempo es mayor mientras mayor es la velocidad de giro promedio en el período de tiempo. Esta información es importante en particular para plantas de energía eólica con velocidad de giro variable, porque apenas se conoce otra máquina que se opere en estas condiciones tan diferentes y variables constantemente, dado que la potencia, la velocidad de giro y la temperatura de funcionamiento fluctúan en gran medida. Por tanto, según la invención se puede controlar en la lubricación preliminar del cojinete A y B la cantidad de lubricante alimentada a los cojinetes sobre la base de la velocidad de giro medida. La velocidad de giro del al menos un cojinete se puede determinar, por ejemplo, mediante un tacómetro. Los tacómetros se encuentran dispuestos de manera usual en el árbol de generador.

El cojinete de generador se opera usualmente a una velocidad de giro de referencia. A la velocidad de giro de referencia está asignada una cantidad de lubricante de referencia que depende del tipo de grasa lubricante, del modelo de cojinete, de la temperatura de cojinete promedio y de otros factores. En los generadores de alta velocidad con una velocidad de giro de referencia mayor que 800 rpm, la cantidad de lubricante necesaria para la lubricación disminuye o aumenta con la tercera potencia de la desviación de la velocidad de giro al no alcanzarse o al superarse la velocidad de giro de referencia. Esto se puede explicar en particular mediante el envejecimiento más rápido de la grasa lubricante debido al trabajo de flexión excesivo.

La temperatura de cojinete del cojinete A y B se ha determinado como otro parámetro esencial que determina la cantidad de lubricante consumida. La temperatura de cojinete depende a su vez de distintos parámetros, tales como la velocidad de giro y la potencia del generador, pero también de la temperatura exterior, del tipo de grasa lubricante y similares. Se ha comprobado que a una velocidad de giro constante aumenta la cantidad de lubricante necesaria con una temperatura de cojinete promedio creciente con su quinta potencia. Si el cojinete se opera en el punto de referencia con una temperatura de referencia y una velocidad de giro de referencia, la cantidad de lubricante necesaria varía de manera correspondiente en la quinta potencia de la disminución o del aumento al reducirse o aumentarse la temperatura de cojinete.

Sin embargo, se ha comprobado también que la cantidad de lubricante necesario depende esencialmente del número de revoluciones de cojinete completadas del árbol de generador como uno de los parámetros en el cojinete A y B. El número de revoluciones por unidad de tiempo en el cojinete A y B es preferentemente idéntico. Éste depende en particular de la intensidad del viento y también de la relación de transmisión del engranaje conectado, dado el caso, delante del generador.

A fin de determinar las revoluciones de cojinete completadas del árbol de generador está previsto preferentemente un contador de revoluciones. A este respecto, el contador de revoluciones puede presentar el tacómetro que mide el número de revoluciones por unidad de tiempo. El dispositivo de control comprende un medidor de tiempo, en particular puede hacer uso de un reloj convencional, y comprende una unidad de cálculo que permite determinar las revoluciones de cojinete completadas por unidad de tiempo a partir de la velocidad de giro mediante la integración en el tiempo.

En otra forma de realización preferida de la invención, el dispositivo de control según la invención presenta una primera memoria, en la que se puede almacenar el número de revoluciones determinado por el contador de revoluciones. En una segunda memoria, que puede formar parte también de la primera memoria, está almacenada ventajosamente una correlación entre revoluciones de cojinete completadas del árbol de generador y la cantidad de grasa lubricante que se va a alimentar posteriormente al cojinete A y B. Las dos memorias pueden ser también idénticas. La unidad de cálculo determina la cantidad de grasa lubricante, que se va a alimentar posteriormente, a partir de las revoluciones de cojinete completadas y por medio de la correlación almacenada en la memoria. El dispositivo de control controla el dispositivo alimentador de grasa lubricante con los valores de control calculados.

En una forma de realización particularmente ventajosa de la invención está prevista la utilización de un sensor de velocidad de giro y de un sensor de temperatura para detectar la temperatura de cojinete. Por tanto, mediante dos sensores robustos y simples se pueden determinar ventajosamente los parámetros de influencia más fuertes para el consumo de grasa lubricante, la temperatura de cojinete, la velocidad de giro y el número de revoluciones, y los mismos pueden ser tenidos en cuenta por la unidad de control, pudiéndose determinar el número de revoluciones como integral de la velocidad de giro en el tiempo.

En otra forma de realización de la invención están previstos otros dispositivos de medición. En particular, un sensor de temperatura puede estar dispuesto en un depósito de grasa lubricante y/o en un espacio interior de la sala de máquinas y/o por fuera de la sala de máquinas. Es posible también utilizar el sensor de temperatura existente normalmente en el cojinete A y/o B y/o un medidor de potencia, existente asimismo normalmente, en el generador o el convertidor. Los datos de temperatura, determinados por los sensores de temperatura, se transmiten al dispositivo de control de manera adicional a los datos de medición de revoluciones. El dispositivo de control determina, teniendo

en cuenta adicionalmente los datos de temperatura, la cantidad de grasa lubricante que se va a alimentar posteriormente. La cantidad de grasa lubricante, que se va a alimentar posteriormente, se determina preferentemente de manera empírica para una serie de parámetros, por ejemplo, la velocidad de giro, las revoluciones de cojinete completadas, la temperatura ambiente, la temperatura de cojinete y, dado el caso, otras condiciones de funcionamiento, y se almacena ventajosamente en el dispositivo de control. El dispositivo de control determina a continuación preferentemente la cantidad de grasa lubricante que se va a alimentar posteriormente a partir de los valores de parámetros medidos y almacenados. En este caso se puede tener en cuenta la relación de que una temperatura de cojinete mayor se puede deber a una cantidad demasiado pequeña o demasiado grande de grasa lubricante en el al menos un cojinete. El dispositivo de control puede alimentar al cojinete una cantidad mayor o menor de grasa lubricante al existir una temperatura de cojinete alta y en presencia de condiciones determinadas. De este modo se ajusta un nivel de temperatura uniforme en el al menos un cojinete.

El dispositivo alimentador de grasa lubricante puede presentar al menos un depósito de grasa lubricante con un pistón accionable que empuja la grasa lubricante hacia afuera del depósito. En este caso se trata de una forma de realización de una bomba de grasa lubricante con una fabricación económica.

El al menos un depósito de grasa lubricante puede presentar un primer depósito de grasa lubricante y un segundo depósito de grasa lubricante, en los que están almacenadas grasas lubricantes que se diferencian en particular por su relación de temperatura/viscosidad. Dependiendo de los valores de medición de parámetros, en particular de la temperatura exterior, el dispositivo de control puede controlar por separado las bombas de grasa lubricante asignadas a los depósitos de grasa lubricante individuales. Por tanto, una composición de grasa lubricante adaptada a la temperatura exterior se puede inyectar en el cojinete A y B del generador.

De cada uno de los depósitos de grasa lubricante sale ventajosamente un conducto de grasa lubricante que se transforma en un conducto común delante del al menos un cojinete. El conducto común puede estar configurado de manera económica como sección de una pieza en T, en la que se realiza la mezcla de los lubricantes, o ventajosamente mediante distribuidores progresivos conocidos en el estado de la técnica.

El cojinete A y el cojinete B se abastecen de lubricante preferentemente por separado. Por consiguiente, se puede tener en cuenta una necesidad de relubricación diferente de ambos cojinetes de generador. En dirección de flujo de la grasa lubricante después del conducto común puede estar prevista una ramificación con otra bomba de grasa lubricante controlable. La otra bomba de grasa lubricante permite una relubricación controlada y diferente de cada uno de los dos cojinetes de generador. La otra bomba de grasa lubricante puede estar configurada como una simple corredera que tiene en cuenta el consumo diferente de grasa lubricante en los dos cojinetes. En principio, los conductos de grasa lubricante están configurados ventajosamente con una longitud pequeña para evitar así la formación de tapones como resultado de las bajas temperaturas.

El dispositivo de control puede controlar las bombas de grasa lubricante según sea necesario, por ejemplo, de manera casi continua o pulsada, pudiéndose combinar entre sí ambas formas de control. En el caso del control casi continuo se inyectan pequeñas cantidades de grasa lubricante en los cojinetes en pequeños intervalos de tiempo y en el caso del control pulsado, los intervalos de tiempo son grandes y se alimentan mayores cantidades de grasa lubricante a los cojinetes.

En otra forma de realización preferida de la invención, en una memoria del dispositivo de control está almacenada una correlación entre cantidad de grasa lubricante que se va a alimentar posteriormente y valores de parámetros que tienen en cuenta las relaciones explicadas arriba, por ejemplo, entre valores de medición de temperatura y en particular la velocidad de giro y el número de revoluciones y la necesidad de grasa lubricante.

En la segunda memoria se puede almacenar el número de revoluciones de cojinete contadas, el desarrollo de la velocidad de giro en el tiempo, los valores de temperatura medidos, la potencia de generador medida y similar. Una unidad de cálculo lee los valores de la segunda memoria y determina mediante la correlación almacenada en la primera memoria la cantidad de lubricante posterior para cada uno de los cojinetes. Los accionamientos de las bombas de lubricante pueden ser controlados de manera correspondiente por el dispositivo de control.

Según la invención, después de alimentarse la grasa lubricante se vuelve a poner en cero la segunda memoria para el número de revoluciones medidas y se inicia nuevamente el conteo de las revoluciones.

El objetivo se consigue también mediante un procedimiento para la lubricación con grasa de un cojinete de generador en una planta de energía eólica, en el que se alimenta grasa lubricante a un cojinete de generador mediante un dispositivo alimentador de grasa lubricante, se miden valores de al menos un parámetro de la planta de energía eólica operada mediante al menos un dispositivo de medición y un dispositivo de control, conectado con el al menos un dispositivo de medición y con el dispositivo de alimentación de grasa lubricante, controla dependiendo de los parámetros medidos la cantidad de grasa lubricante que se va a alimentar posteriormente mediante el dispositivo alimentador de grasa lubricante.

5 En una forma de realización preferida de la invención, los valores de parámetros se determinan preferentemente de manera continua mediante el al menos un dispositivo de medición durante el funcionamiento correcto. El dispositivo de control controla a continuación el dispositivo alimentador de grasa lubricante durante el funcionamiento correcto y suministra constantemente una cantidad dosificada de grasa lubricante para que no se produzca una falta o un exceso de grasa lubricante. El generador se opera en el punto de referencia con una temperatura de referencia en el cojinete de generador y con una velocidad de giro de referencia.

10 El al menos un parámetro presenta preferentemente la velocidad de giro del al menos un cojinete del árbol de generador. La velocidad de giro se puede determinar con un tacómetro dispuesto en el árbol de generador. Los valores de medición de la velocidad de giro se transmiten al dispositivo de control y éste controla el dispositivo alimentador de grasa lubricante para dispensar una cantidad de grasa lubricante asignada a la velocidad de giro. En caso de una temperatura de cojinete constante, la cantidad de grasa lubricante necesaria aumenta preferentemente con la tercera potencia del cociente de la velocidad de giro medida y de la velocidad de giro de referencia.

15 La temperatura de cojinete se mide ventajosamente como otro parámetro esencial mediante un sensor de temperatura. En presencia de una temperatura mayor se alimenta más grasa lubricante al cojinete de generador. La cantidad de grasa lubricante alimentada aumenta preferentemente con la quinta potencia del cociente de la temperatura medida y de la temperatura de referencia.

20 De manera preferente se mide tanto la temperatura de cojinete como la velocidad de giro y la alimentación de grasa lubricante se controla teniendo en cuenta ambos valores de parámetros.

25 En otra forma de realización de la invención se determina el número de revoluciones completadas del árbol, en particular del árbol de generador, y se determina el número de revoluciones del árbol de generador con ayuda del tacómetro y de un reloj. Una unidad de cálculo integra la velocidad de giro medida en el tiempo transcurrido y calcula así las revoluciones de cojinete completadas. En una forma de realización según la invención, el número de revoluciones de cojinete completadas es uno de los parámetros que determinan la cantidad de lubricante posterior.

30 En una primera memoria se puede almacenar la correlación entre valores de parámetros y cantidad de lubricante posterior. El número de revoluciones y otros valores de parámetros medidos se almacenan en una segunda memoria. La segunda memoria se pone en cero después de haberse inyectado grasa lubricante. La primera y la segunda memoria pueden ser idénticas.

35 Si el sensor de temperatura en el cojinete A o B indica un valor de temperatura excesivo, se comprueba mediante los valores de parámetros medidos si se debe suministrar grasa lubricante. A este respecto se comprueba en particular el número de revoluciones de cojinete desde la última relubricación. Si el número es alto, por ejemplo, superior a un valor límite predefinido, se ha consumido supuestamente una cantidad de lubricante demasiado grande y en el cojinete A o B hay una cantidad de lubricante demasiado pequeña. Es necesaria entonces una relubricación. Si el número de revoluciones de cojinete desde la última lubricación es pequeño, por ejemplo, inferior al valor límite, hay supuestamente una cantidad de lubricante demasiado grande en el cojinete y no se realiza por el momento una relubricación.

45 El procedimiento de grasa lubricante reivindicado y el dispositivo reivindicado se pueden utilizar en cualquier tipo de cojinete, en particular también tanto en cojinetes lubricados con grasa para generadores anulares de baja velocidad en plantas de energía eólica sin engranaje como en cojinetes de rotor y engranaje.

La invención se describe por medio de un ejemplo de realización en dos figuras. Muestran:

- 50 Fig. 1 una vista lateral esquemática de un engranaje y de un generador en una sala de máquinas;
- Fig. 2 una vista esquemática del funcionamiento de un dispositivo alimentador de grasa lubricante, según la invención, para dos cojinetes de generador;
- 55 Fig. 3 una representación gráfica de la dependencia entre velocidad de giro y cantidad de grasa lubricante consumida a distintas temperaturas de cojinete; y
- Fig. 4 una representación gráfica de la dependencia entre temperatura y cantidad de grasa lubricante consumida a distintas velocidades de giro.

60 La figura 1 muestra en una vista esquemática algunos componentes de una planta de energía eólica que se encuentran dispuestos en la sala de máquinas 10. De un rotor 20, dispuesto a la izquierda en la figura 1, sale un árbol de rotor 21 hacia el interior de la sala de máquinas 10. Un extremo del árbol de rotor 21 está conectado al rotor 20 y el otro extremo del árbol de rotor 21 está conectado a un engranaje 30. El árbol de rotor 21 rota dependiendo de la intensidad del viento, por ejemplo, a una velocidad de 10 a 20 revoluciones por minuto. El engranaje 30 acopla el árbol de rotor 21 a un árbol de generador 41 opuesto al árbol de rotor 21 en el generador 30. El árbol de generador en funcionamiento presenta dependiendo de la velocidad de giro del árbol de rotor 21 una velocidad de

giro de aproximadamente 1000 a 2000 revoluciones por minuto. Un extremo del árbol de generador 41 interactúa con el engranaje 30 y con el otro extremo acciona el generador 40. El otro extremo del árbol de generador 41 está montado de manera giratoria en un cojinete A 42 y un cojinete B 43. Ambos cojinetes 42, 43 están dispuestos respectivamente en uno de los lados frontales del generador 40 en el interior del generador 40. Tanto un cojinete A 42 dirigido hacia el engranaje 30 como un cojinete B 43 opuesto al engranaje 30 están lubricados con grasa.

La grasa lubricante envejece y se ensucia durante el funcionamiento. Por consiguiente, los cojinetes A y B 42, 43 se deberían relubricar regularmente. Si la lubricación es insuficiente, la resistencia a la fricción aumenta y asciende la temperatura de cojinete, pudiéndose producir un elevado desgaste e incluso daños en los cojinetes 42, 43. Por otra parte, una lubricación excesiva de los cojinetes 42, 43 puede provocar también un sobrecalentamiento. Los cojinetes A y B 42, 43 están configurados como cojinetes de rodamiento. Los cojinetes de rodamiento ejecutan un trabajo de flexión en la grasa lubricante que da lugar a un sobrecalentamiento de los cojinetes A y B 42, 43 en presencia de una cantidad de grasa lubricante demasiado grande.

La cantidad de grasa lubricante en cada uno de los dos cojinetes 42, 43 se consume durante el funcionamiento por distintas razones. Por una parte, la grasa lubricante se presiona constantemente hacia afuera de los cojinetes 42, 43 durante el funcionamiento del generador 40. Los dos cojinetes 42, 43 no están sellados completamente contra la salida de grasa lubricante, porque de lo contrario no es posible una relubricación. Una relubricación requiere una salida posible para la grasa lubricante vieja. Por otra parte, la grasa lubricante se descompone debido a la presión y al fuerte calor. Además, la grasa lubricante se ensucia durante el funcionamiento. Por tanto, es necesaria una relubricación adaptada a las condiciones de trabajo a fin de garantizar un funcionamiento óptimo de los cojinetes 42, 43.

La figura 2 muestra esquemáticamente un dispositivo de relubricación, según la invención, para los cojinetes A y B 42, 43. El dispositivo de relubricación presenta un control 50, al que se alimentan los valores de medición de velocidad de giro de un tacómetro 60 dispuesto en el árbol de generador 41. El tacómetro 60 determina constantemente la velocidad de giro del árbol de generador 41. El control 50 está acoplado a un reloj 51. Una unidad de cálculo prevista en el control 50 calcula por integración de la velocidad de giro en el tiempo a partir de un punto cero un número de revoluciones completadas de cojinete de generador. Las cantidades de grasa lubricante alimentadas a los cojinetes A y B 42, 43 se determinan también a partir del número de revoluciones. El punto de tiempo cero puede ser predefinido, por ejemplo, por el control 50 o registrado por el personal de servicio.

Un sensor de temperatura A 44 dispuesto en el cojinete A 42 y un sensor de temperatura B 45 dispuesto en el cojinete B 43 están conectados asimismo con el control 50 y transmiten sus respectivos valores de medición de temperatura a la unidad de cálculo.

En el control 50 está prevista una primera memoria, en la que están almacenadas, entre otros, correlaciones entre velocidad de giro, número de revoluciones, temperatura A, temperatura B y cantidades de grasa lubricante que se van a dispensar a los cojinetes A y B 42, 43. En la determinación de las cantidades de grasa lubricante, que se van a dispensar a los cojinetes A y B 42, 43, se pueden incluir también otros parámetros, como la temperatura exterior, la temperatura interior de la sala de máquina 10, la potencia del generador y similar.

El control controla con los valores de control determinados mediante la correlación dos pistones 70, 71 de dos depósitos de grasa lubricante 72, 73. El primer depósito de grasa lubricante 72 está previsto para una primera grasa lubricante y el segundo depósito de grasa lubricante 73 está previsto para una segunda grasa lubricante que se diferencia por su viscosidad/dependencia de la temperatura.

Según el nivel de los valores de temperatura medidos mediante los sensores de temperatura A y B 44, 45 y el sensor de temperatura exterior se varía la proporción de mezcla de la primera y la segunda grasa lubricante. La primera grasa lubricante es viscosa a baja temperatura y la segunda grasa lubricante es viscosa a temperatura más alta. Por tanto, la proporción de mezcla se ajusta de modo que en verano se alimenta una mayor cantidad de la segunda grasa lubricante y en invierno se alimenta una mayor cantidad de la primera grasa lubricante a la mezcla de grasa lubricante. El primer depósito de grasa lubricante 72 y el segundo depósito de grasa lubricante 73 están unidos mediante conductos en una primera pieza en T 80, en la que tiene lugar la mezcla de ambas grasas lubricantes por unión. A continuación de la pieza en T 80 puede estar previsto un dispositivo de mezcla 81, por ejemplo, en forma de chapas inclinadas o mediante giro de la primera pieza en T en 90 grados de su eje longitudinal, definido por los conductos de los dos depósitos de grasa lubricante 72, 73, con respecto a una segunda pieza en T 90.

A la pata T de la primera pieza en T 80 se une una pata T de una segunda pieza en T 90 con una corredera 91 que se mueve entre los brazos T de la segunda pieza en T 90. La corredera 91 transporta la mezcla de grasa lubricante dependiendo de la dirección de movimiento de uno de los conductos hacia el cojinete A 42 o hacia el cojinete B 43. En vez de la corredera 91 pueden estar previstas válvulas ajustables en cada uno de los conductos hacia los cojinetes 42, 43. La distribución controlada de la grasa lubricante sobre los dos cojinetes 42, 43 se puede llevar a cabo también mediante chapas perforadas controladas o ventajosamente mediante distribuidores progresivos.

La corredera 91 y el primer y el segundo pistón 72, 73 son controlados por el control 50 de manera que coinciden entre sí.

5 El gráfico representado en la figura 3 muestra la dependencia de la cantidad de grasa lubricante consumida por año respecto a la velocidad de giro del cojinete A y B 42, 43 del generador 40 en presencia de distintas temperaturas de cojinete. En este caso se presupone que el generador 40 funciona a una velocidad de giro constante y presenta una temperatura de cojinete constante durante todo el año. Las distintas curvas están asignadas aquí a distintas temperaturas de cojinete. El nivel de las temperaturas de cojinete está indicado en la figura 3 a la derecha al lado del gráfico con el símbolo de asignación correspondiente. En presencia de bajas temperaturas de cojinete, la cantidad de grasa lubricante necesaria por año es claramente menor que en presencia de altas temperaturas de cojinete con una velocidad de giro igual.

15 Según la figura 3, la cantidad de grasa lubricante necesaria por año aumenta, por ejemplo, con la segunda a la tercera potencia de la velocidad de giro en presencia de una temperatura de cojinete predefinida. El generador 40 se opera usualmente en un punto de referencia de rpm=1000 (rpm=rounds per minute) en caso de una temperatura de referencia de 90 °C. En particular, la cantidad de grasa lubricante consumida aumenta por año en este punto de referencia con la tercera potencia de la velocidad de giro según la fórmula:

20
$$\text{Cantidad de grasa lubricante} = \text{Cantidad de grasa lubricante de referencia} \left(\frac{\text{velocidad de giro medida}}{\text{velocidad de giro de referencia}} \right)^3$$

A fin de garantizar también la lubricación mínima requerida al estar desconectada la planta de energía eólica, la lubricación mínima se puede ajustar según la ecuación anterior a 9% aproximadamente de la cantidad de grasa lubricante necesaria en el punto de referencia.

25 El gráfico de la figura 4 muestra en otra representación gráfica las dependencias que aparecen representadas en la figura 3. La figura 4 muestra seis curvas parametrizadas por la velocidad de giro. Las curvas inferiores presentan una velocidad de giro menor y las curvas superiores, una velocidad de giro mayor. El nivel de la velocidad de giro en cada una de las seis curvas está representado a la derecha al lado del gráfico con los símbolos de asignación correspondientes. En la figura 4 está registrada la cantidad de grasa lubricante necesaria por año dependiendo de la temperatura de cojinete.

30 La figura 4 muestra en particular que la cantidad de grasa lubricante necesaria aumenta por año al ascender la temperatura de cojinete con la quinta potencia. Esto se aplica también al punto de referencia que está situado también aquí en rpm=1000 y T=90 °C. Es válida la siguiente relación:

35
$$\text{Cantidad de grasa lubricante} = \text{Cantidad de grasa lubricante de referencia} \left(\frac{\text{temperatura medida}}{\text{temperatura de referencia}} \right)^5$$

40 En la figura 4 se puede observar que la cantidad de grasa lubricante se ha de mantener constante a partir de 50 °C aproximadamente y, por tanto, se limita la ecuación anterior.

Los valores numéricos representados en las figuras 3 y 4 han sido determinados para el cojinete CARB C3044 y la grasa SKF LGHP2.

Lista de números de referencia

- 45
- 10 Sala de máquinas
 - 20 Rotor
 - 21 Árbol de toro
 - 30 Engranaje

50

 - 40 Generador
 - 41 Árbol de generador
 - 42 Cojinete A
 - 43 Cojinete B
 - 44 Sensor de temperatura A

55

 - 45 Sensor de temperatura B
 - 50 Control
 - 51 Reloj
 - 60 Tacómetro
 - 70 Pistón

60

 - 71 Pistón
 - 72 Depósito de grasa lubricante
 - 73 Depósito de grasa lubricante
 - 80 Pieza en T

ES 2 498 015 T3

81	Dispositivo de mezcla
90	Pieza en T
91	Corredera

5

REIVINDICACIONES

1. Planta de energía eólica con al menos un cojinete de generador (42, 43) y un dispositivo alimentador de grasa lubricante (70, 71, 72, 73, 80, 81, 90, 91) que abastece de grasa lubricante el al menos un cojinete de generador (42, 43), al menos un dispositivo de medición (44, 45, 60) para medir valores de al menos un parámetro de la planta de energía eólica operada y un dispositivo de control (50) para controlar la cantidad de grasa lubricante dispensada por el dispositivo alimentador de grasa lubricante (70, 71, 72, 73, 80, 81, 90, 91), **caracterizada por que** el al menos un cojinete de generador (42, 43) está configurado como cojinete de rodamiento y el al menos un dispositivo de medición (44, 45, 60) está conectado al dispositivo de control (50) para suministrar los valores de medición y el dispositivo alimentador de grasa lubricante (70, 71, 72, 73, 80, 81, 90, 91) está conectado al dispositivo de control (50) para recibir los valores de control, que se pueden determinar en el dispositivo de control (50) a partir de los valores de medición, y el al menos un parámetro comprende una velocidad de giro y/o un número de revoluciones y/o una temperatura.
2. Planta de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** el al menos un dispositivo de medición (44, 45, 60) está destinado para medir los valores de parámetros durante un funcionamiento correcto de la planta de energía eólica y el dispositivo de control (50) controla el dispositivo alimentador de grasa lubricante (70, 71, 72, 73, 80, 81, 90, 91) para dispensar grasa lubricante hacia el al menos un cojinete (42, 43) durante el funcionamiento correcto.
3. Planta de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizada por que** el dispositivo de control (50) controla el dispositivo alimentador de grasa lubricante (70, 71, 72, 73, 80, 81, 90, 91) con valores de medición crecientes del al menos un parámetro para dispensar mayores cantidades de grasa lubricante.
4. Planta de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1, 2 o 3, **caracterizada por que** el al menos un dispositivo de medición (60) presenta un contador de revoluciones para determinar el número de revoluciones de cojinete completadas del al menos un cojinete (42, 43) y/o un sensor de temperatura en particular en el cojinete de generador y/o un tacómetro.
5. Planta de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizada por que** el contador de revoluciones presenta una unidad de cálculo que está conectada a un medidor de tiempo (51) y al tacómetro, y calcula las revoluciones de cojinete completadas del al menos un cojinete de generador (42, 43) a partir de la velocidad de giro medida y del tiempo medido.
6. Planta de energía eólica de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** el dispositivo alimentador de grasa lubricante (70, 71, 72, 73, 80, 81, 90, 91) presenta al menos dos depósitos de grasa lubricante (72, 73) para diferentes grasas lubricantes.
7. Planta de energía eólica de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** en caso de una temperatura de cojinete medida mayor, el dispositivo de control (50) controla el dispositivo alimentador de grasa lubricante (70, 71, 72, 73, 80, 81, 90, 91) no para la relubricación con una cantidad de grasa lubricante superior si el número de revoluciones de cojinete es inferior a un valor límite.
8. Procedimiento para la ejecución con una planta de energía eólica de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que se alimenta grasa lubricante a un cojinete de generador (42, 43), configurado como cojinete de rodamiento, mediante un dispositivo alimentador de grasa lubricante (70, 71, 72, 73, 80, 81, 90, 91) y los valores de al menos un parámetro de la planta de energía eólica operada se miden mediante al menos un dispositivo de medición (44, 45, 60) y un dispositivo de control (50), conectado con el al menos un dispositivo de medición (44, 45, 60) y con el dispositivo alimentador de grasa lubricante (70, 71, 72, 73, 80, 81, 90, 91), controla la cantidad de grasa lubricante alimentada por el dispositivo alimentador de grasa lubricante (70, 71, 72, 73, 80, 81, 90, 91) dependiendo de los valores de parámetros medidos.
9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** el al menos un dispositivo de medición (44, 45, 60) determina valores de parámetros durante un funcionamiento correcto de la planta de energía eólica y el dispositivo de control (50) controla el dispositivo alimentador de grasa lubricante (70, 71, 72, 73, 80, 81, 90, 91) para dispensar grasa lubricante hacia el al menos un cojinete de generador (42, 43) durante el funcionamiento correcto.
10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, **caracterizado por que** la velocidad de giro del al menos un cojinete se mide con el al menos un dispositivo de medición (44, 45, 60) y el dispositivo de control (50) controla el dispositivo alimentador de grasa lubricante (70, 71, 72, 73, 80, 81, 90, 91) con una velocidad de giro medida creciente para dispensar cantidades de grasa lubricante superiores y por que la cantidad de grasa lubricante alimentada varía en la zona de un punto de referencia en una velocidad de giro de referencia dependiendo de la tercera potencia del cociente de la velocidad de giro medida y de la velocidad de giro de referencia según la fórmula:

$$\text{Cantidad de grasa lubricante} = \text{Cantidad de grasa lubricante de referencia} \left(\frac{\text{velocidad de giro medida}}{\text{velocidad de giro de referencia}} \right)^3$$

- 5 11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado por que** la temperatura de cojinete se mide con el al menos un dispositivo de medición (44, 45, 60) y el dispositivo alimentador de grasa lubricante (70, 71, 72, 73, 80, 81, 90, 91) se controla con la temperatura de cojinete medida creciente mediante el dispositivo de control (50) para dispensar cantidades de grasa lubricante superiores y por que la cantidad de grasa lubricante alimentada varía en la zona de un punto de referencia en una temperatura de referencia dependiendo de la quinta potencia del cociente de la temperatura medida y de la temperatura de referencia según la fórmula:

$$\text{Cantidad de grasa lubricante} = \text{Cantidad de grasa lubricante de referencia} \left(\frac{\text{temperatura medida}}{\text{temperatura de referencia}} \right)^5$$

- 10 12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** se mide el número de revoluciones de cojinete completadas y se dispensa una cantidad de grasa lubricante, que aumenta preferentemente de manera lineal, con un número creciente de revoluciones de cojinete completadas.

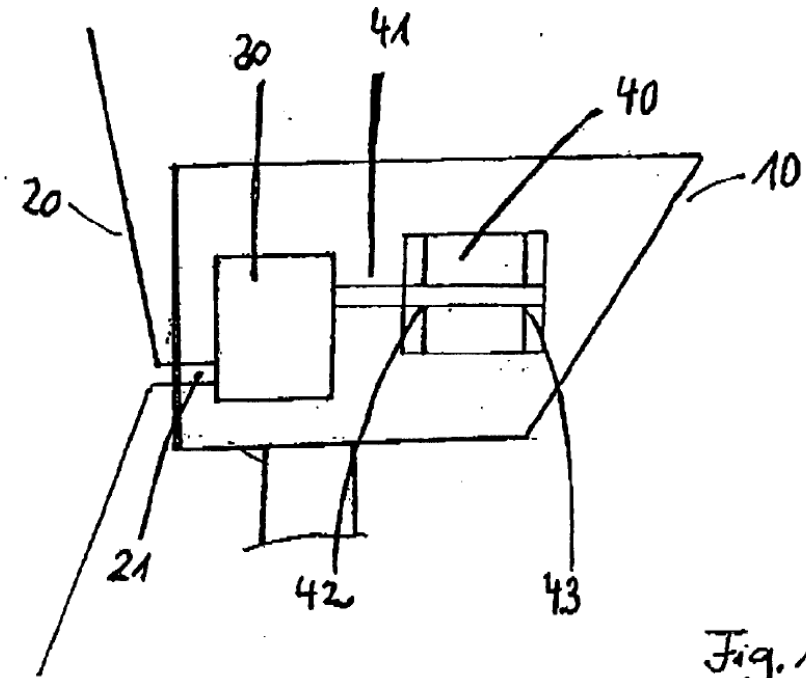


Fig. 1

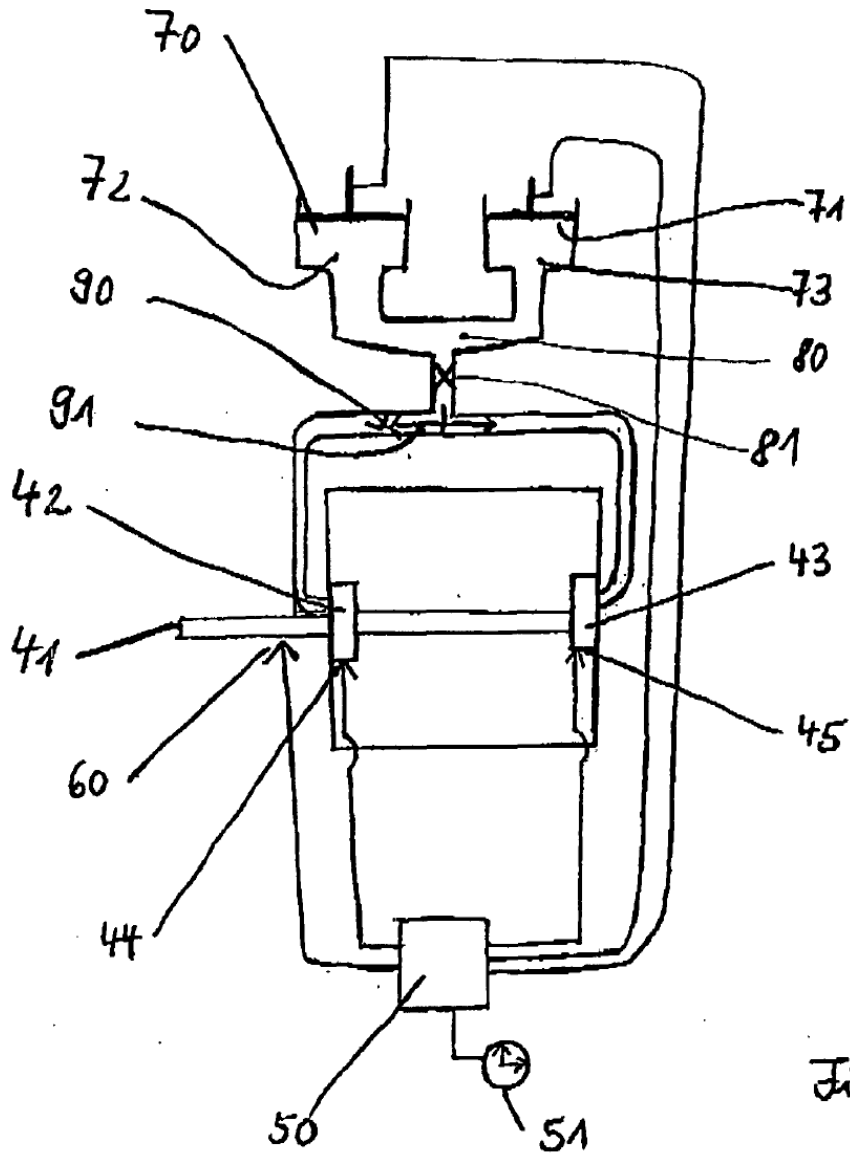


Fig. 2

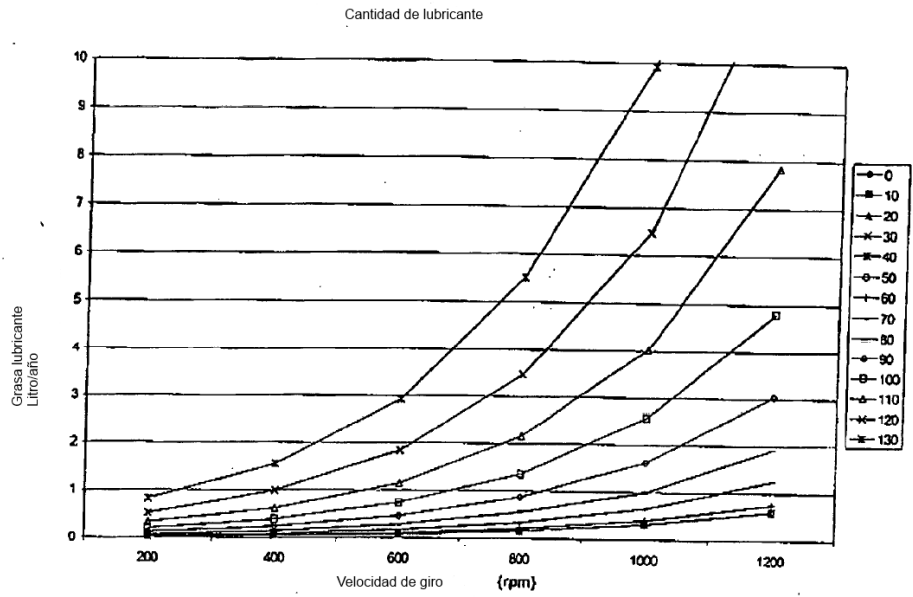


FIG. 3

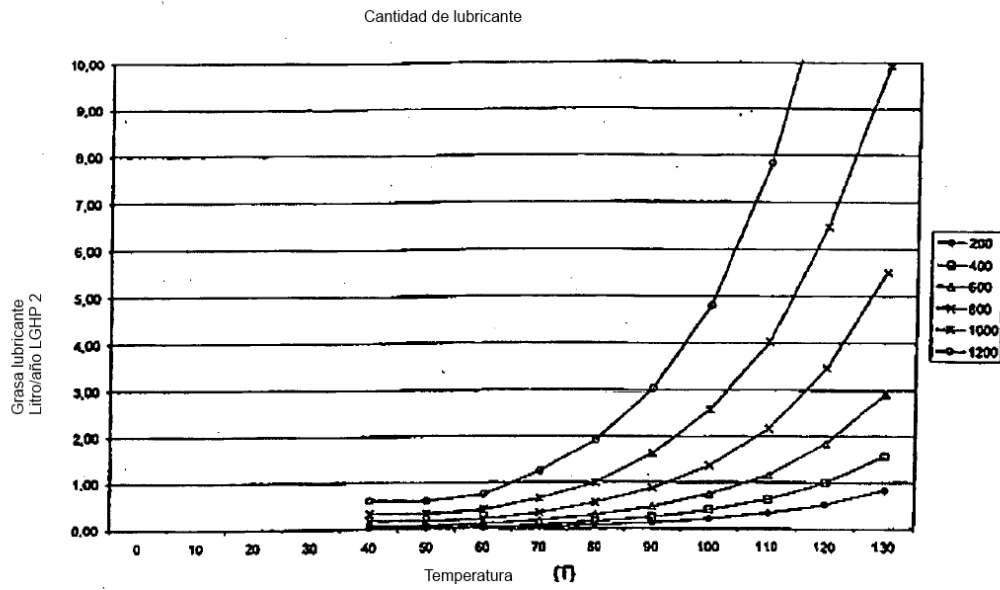


Fig. 4