

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 536 421**

51 Int. Cl.:

**F03D 7/02** (2006.01)

**F03D 7/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.01.2010 E 10150625 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2015 EP 2208886**

54 Título: **Reducción de la carga motriz en una instalación de energía eólica**

30 Prioridad:

**20.01.2009 DE 102009005516**

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

**25.05.2015**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ALTEMARK, JENS;  
LETAS, HEINZ-HERMANN;  
HOPP, ECKART y  
KRÜGER, THOMAS**

74 Agente/Representante:

**BOTELLA REYNA, Antonio**

**ES 2 536 421 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

Reducción de la carga motriz en una instalación de energía eólica.

- 5 La invención se refiere a una instalación de energía eólica con un rotor y al menos una pala de rotor ajustable angularmente y un motor eléctrico, en particular un motor asíncrono, para el movimiento de una parte móvil de la instalación de energía eólica, presentando la instalación de energía eólica además un dispositivo de regulación. La parte móvil puede ser típicamente una sala de máquinas que se debe orientar hacia el viento en su ángulo azimutal, o una pala de rotor que se debe regular con miras a su ángulo de pala, que también se designa como ángulo de paso. La invención se refiere además a un procedimiento para el funcionamiento de una instalación de energía eólica con un rotor y al menos una pala de rotor ajustable angularmente, un motor eléctrico, en particular un motor asíncrono, y con un dispositivo de regulación.

- 15 Se conoce en sí un seguimiento motorizado de la dirección del viento de la sala de máquina para una instalación de energía eólica. Así, por ejemplo, en el libro de texto de Erich Hau, *Windkraftanlagen* [Instalaciones eólica], 4ª edición, Springer-Verlag, páginas 346 y siguientes, un sistema de seguimiento de la dirección del viento también se denomina como sistema de ajuste azimutal. Este sistema sirve para orientar automáticamente el rotor y la sala de máquinas según la dirección del viento. Se trata de un grupo constructivo autónomo en la instalación de energía eólica que, visto desde el punto de vista constructivo, forma la transición de la sala de máquinas a la parte superior de la torre. El dispositivo de ajuste gira en este caso la sala de máquinas con el rotor esencialmente alrededor del eje longitudinal de la torre, es decir, en el ángulo azimutal. Para ello está previsto un actuador en forma de un motor eléctrico, que con frecuencia está configurado como motor asíncrono, y además una transmisión así como un freno.

- 25 Durante el funcionamiento de una instalación de energía eólica pueden aparecer en particular fuerzas muy elevadas y por consiguiente pares de fuerzas muy elevados, así denominados momentos de guiñada, en el caso de vientos turbulentos en función del ángulo de guiñada del rotor. Estos pares de fuerzas muy elevados pueden aparecer tanto durante un movimiento de seguimiento de la sala de máquinas, como también durante la parada de la sala de máquinas. En este caso en el movimiento de seguimiento de la sala de máquina puede conducir en los motores de accionamiento a picos de potencia, que disminuyen la vida útil de los motores y de la transmisión unida con los motores y además conducen a que se dispare un interruptor de protección de motor, lo que conduce automáticamente a la inmovilización de la instalación de energía eólica, dado que el interruptor de protección de motor es por regla general un componente de la cadena de seguridad de la instalación de energía eólica. La reactivación del motor en la instalación de energía eólica requiere luego relativamente mucho tiempo y conduce a caídas relativamente elevadas de la generación de corriente de la instalación de energía eólica.

- 35 También pueden aparecer problemas correspondientes en los motores de accionamiento del ajuste angular de las palas de rotor. En el caso de vientos correspondientemente turbulentos aquí también pueden aparecer estados en los que se dispara el interruptor de protección de motor, de modo que ya no es posible un ajuste posterior de la pala de rotor, lo que también puede conducir a situaciones peligrosas o a la inmovilización de la instalación de energía eólica. Por este motivo se usan motores eléctricos dimensionados habitualmente relativamente grandes para el ajuste del ángulo de pala de las palas de rotor o varios motores sirven simultáneamente o en paralelo para realizar el ajuste de la pala de rotor y también el ajuste del ángulo azimutal de la sala de máquinas.

- 45 El documento EP 1 362 183 B1 da a conocer un seguimiento azimutal de una instalación eólica, en el que un control del ajuste de pala de rotor se realiza en función de una desviación entre la dirección del viento determinada y la posición azimutal detectada y en función del desvío de una torre de la instalación de energía eólica de la vertical en el caso de una instalación de energía eólica flotante. En este caso se usa un desequilibrio de fuerzas entre distintas palas de rotor, de modo que no se debe encender un accionamiento azimutal en forma de un motor eléctrico o sólo con baja potencia, a fin de obtener un movimiento azimutal.

- 50 Por el documento EP 1 882 852 A1 se conoce una instalación de energía eólica con una sala de máquinas y un rotor y con al menos una pala de rotor ajustable alrededor de su eje longitudinal, estando previsto un dispositivo de ajuste a través del que se puede ajustar de forma motorizada una orientación azimutal de la sala de máquinas o una orientación de paso de la al menos una pala de rotor, presentando el dispositivo de ajuste al menos un motor y estando previsto un control para el motor, el cual limita el par que aparece en el motor a un valor máximo predeterminado. En este caso se usa un motor más fuerte que tiene como consecuencia un momento de vuelco más elevado, que sobrecargaría la transmisión usada sin limitación del par de fuerzas. Por encima de un par de retención máximo se permite un deslizamiento del freno eléctrico que se utiliza como freno de accionamiento. En el diseño de la transmisión a un par máximo ya se permite un deslizamiento del freno eléctrico en el caso de valores bajos de par

de fuerzas. El par del motor se limita mediante la excitación con distintas frecuencias.

En el documento DE 103 07 929 A1 se da a conocer una disposición para el giro de una góndola con máquinas, en particular para una instalación eólica, que presenta un alojamiento de góndola para el alojamiento giratorio de la góndola con máquinas sobre una torre y al menos un accionamiento para el giro de la góndola con máquinas respecto a la torre, estando dispuesto el accionamiento con una fijación en la góndola con máquinas o en la torre. La fijación del accionamiento presenta al menos una superficie de fricción para el bloqueo del accionamiento, de modo que a partir de una carga mecánica predeterminada se puede mover el accionamiento en la fijación. De este modo se evita una sobresolicitación del accionamiento. Además, está previsto un sistema sensor que registra un movimiento del accionamiento de la fijación y para este caso envía una señal al control de la instalación y/o a una central de supervisión.

Por el documento EP 2 037 119 A1 (entre literatura) se conoce un control para un accionamiento azimutal de una instalación de energía eólica, con el que se reduce la carga del sistema azimutal.

El documento EP 0 995 904 A2 da a conocer una instalación eólica con un rotor que presenta al menos dos palas con ángulos de ataque ajustables y un captador que proporciona una magnitud a medir que constituye una medida para la carga actual de un elemento de la estructura de la instalación, modificándose el ángulo de ataque en función de la magnitud a medir que representa una aceleración o deformación del elemento constructivo, la cual se detecta a través de un captador correspondiente y constituye una medida para una fuerza o un par, estando previsto el captador en una pala de rotor y/o pudiéndose ajustar individualmente las palas de rotor.

El objetivo de la presente invención es especificar una instalación de energía eólica y un procedimiento para el funcionamiento de una instalación de energía eólica, mediante los que sea posible un funcionamiento seguro, debiéndose usar preferentemente motores eléctricos dimensionados lo más pequeños posibles para el movimiento de partes móviles de la instalación de energía eólica.

Este objetivo se resuelve mediante el objeto de las reivindicaciones 1 y 9. Según la invención está prevista una instalación de energía eólica con un rotor y al menos una pala de rotor ajustable angularmente y un motor eléctrico, en particular un motor asíncrono, para el movimiento de una parte móvil de la instalación de energía eólica, presentando la instalación de energía eólica además un dispositivo de regulación, estando previsto un dispositivo de medición para la determinación de la carga del motor eléctrico, reduciendo el dispositivo de regulación la carga del motor al sobrepasarse un primer límite de carga predeterminable del motor eléctrico mediante reducción de la velocidad de rotación del rotor, mediante modificación del ángulo de pala de la al menos una pala de rotor y/o mediante reducción de la potencia de la instalación de energía eólica, regulándose la carga del motor eléctrico a un valor por debajo del primer límite de carga predeterminable, siendo el dispositivo de medición un dispositivo de medición de velocidad de rotación del motor eléctrico, un dispositivo de medición de corriente para la corriente que fluye en el o los motores eléctricos y/o un dispositivo de medición de par de fuerzas para la medición del par que actúa sobre el motor eléctrico o que el motor eléctrico ejerce sobre la parte móvil

Según la invención se realiza por consiguiente una intervención de regulación y/o control sobre un parámetro de instalación de energía eólica, que se ocupa de que se reduzcan los pares de torsión elevados, por ejemplo una torsión de la torre, que provocan pares demasiado grandes sobre los motores eléctricos que accionan las partes móviles de la instalación de energía eólica. Esto se puede efectuar, por ejemplo, mediante reducción de la velocidad de rotación del rotor, mediante modificación del ángulo de pala de la al menos una pala de rotor y/o mediante reducción de la potencia de la instalación de energía eólica. En caso de una reducción de potencia de la instalación de energía eólica, por ejemplo, debido a una menor toma de potencia del generador o en caso de una reducción de la velocidad de rotación, así como en caso de una pivotación de las palas de rotor en la dirección de la posición de bandera, la torsión de la torre disminuye claramente y por consiguiente también el par de fuerzas que actúa sobre el motor eléctrico. De este modo es posible un funcionamiento seguro de la instalación de energía eólica. Además, se pueden usar motores dimensionados más pequeños.

De este modo es posible un funcionamiento todavía más seguro de la instalación de energía eólica. Preferentemente la intensidad de la intervención es en la medida que conduce a la disminución de la carga del motor eléctrico, en función de la desviación de la carga del primer límite de carga, significando una desviación menor una intervención más débil y una desviación mayor una intervención más intensa. Preferentemente se regula con un algoritmo de regulación que se corresponde esencialmente con un regulador PID o que es un regulador PID de este tipo.

Es especialmente preferida la medida de que la parte móvil es una sala de máquinas de la instalación de energía

eólica, que está dispuesta sobre una torre y cuyo ángulo azimutal se puede modificar mediante el motor eléctrico, y/o que la parte móvil es la al menos una pala de rotor ajustable angularmente y el movimiento que se provoca mediante el motor eléctrico es un ajuste angular de la pala de rotor. El motor eléctrico, que es preferentemente un motor asíncrono, es entonces por ejemplo un motor de ajuste de ángulo azimutal o un motor de ajuste de ángulo de paso. También pueden estar previstos respectivamente varios motores para ajustar el ángulo azimutal de la cabeza de la torre o de la sala de máquinas y correspondientemente también pueden estar previstos varios motores para ajustar el ángulo de pala de la pala de rotor.

Preferentemente para la reducción de la carga del motor eléctrico se efectúa una modificación de ángulo de pala, en particular periódica, de la al menos una pala de rotor y/o de otra pala de rotor, la cual provoca una fuerza sobre la parte móvil en una dirección de movimiento predeterminable, representado la dirección de movimiento la dirección de movimiento predeterminada mediante el motor. El motor se apoya en este caso mediante la fuerza que acciona la parte móvil. La fuerza que actúa debido a la modificación del ángulo de pala sobre la parte móvil está orientada así en la dirección del movimiento provocado mediante el motor eléctrico o al menos una componente de la dirección de la fuerza va en la dirección del movimiento provocado mediante el motor eléctrico. En este caso se aplica la medida que en el documento EP 1 362 183 B1 sirve, por ejemplo, para obtener el movimiento azimutal de la sala de máquinas o de la cabeza de la torre de la instalación de energía eólica. A diferencia del documento EP 1 362 183 B1, el apoyo de la fuerza provocada mediante las modificaciones del ángulo de pala sólo se aplica luego cuando existe una carga correspondiente del motor eléctrico que se debe reducir. Por consiguiente, según la invención esta fuerza adicional mediante modificación del ángulo de pala se usa para bajar o mantener la carga del motor eléctrico por debajo de un valor límite o por debajo de la curva característica de valor límite.

Preferentemente la reducción de la potencia de la instalación de energía eólica se provoca mediante disminución de un par de un generador. El generador está embridado típicamente al rotor en la sala de máquinas o al árbol de rotor, y conectado a través de una transmisión o sin transmisión. El generador sirve para la generación de energía eléctrica. Preferentemente está previsto un generador asíncrono.

El dispositivo de medición de corriente mide, por ejemplo, la corriente que fluye en el motor eléctrico o que fluye al motor eléctrico.

Según la invención el primer límite de carga predeterminable es una curva característica de valores de carga, que se sitúa por debajo de la curva característica de disparo de un interruptor de protección de motor del motor eléctrico. La curva característica de disparo del interruptor de protección de motor es, por ejemplo, una curva característica en un diagrama de corriente – tiempo. La curva característica de disparo se alcanza o sobrepasa cuando durante un cierto tiempo ha fluído una corriente correspondiente. Así se usa un tipo de un valor de corriente integral, en el que se forma una integral de una corriente valorada que fluye durante un tiempo correspondiente. La curva característica reproduce en este caso aproximadamente el calentamiento del motor mediante la corriente que fluye a través del motor. El interruptor de protección de motor también puede ser un relé de protección de motor que reacciona exactamente a la temperatura del motor. También puede estar previsto, por ejemplo, un sensor de temperatura que luego conmuta el relé de protección de motor. Así se puede usar, por ejemplo, un relé de protección de motor TeSys del tipo LRD 12 de la empresa Telemecanique que está ajustado, por ejemplo, a 4 A y por consiguiente se dispara, por ejemplo, en el caso de una carga tripolar simétrica a temperatura de funcionamiento con una corriente de 2 A después de aproximadamente 30 s y/o con 8 A después de aproximadamente 15 s. En el caso de una carga simétrica tripolar en estado frío, el interruptor de protección de motor se dispararía entonces después de aproximadamente 1 min.

Preferentemente la curva característica del valor de carga del primer límite de carga predeterminable es aproximadamente el 70 % al 95 % de la curva característica del interruptor de protección de motor (es decir, el 5 % al 30 % por debajo) y en particular el 80 % al 90 % de la curva característica del interruptor de protección de motor. Así para el límite de carga se reproduce una curva característica que se sitúa por debajo de la curva característica del interruptor de protección de motor, de modo que la carga del motor se reduce a tiempo antes del disparo del interruptor de protección de motor.

Preferentemente al alcanzarse el primer límite de carga o un segundo límite de carga que se sitúa en particular por encima del primer límite de carga, se interrumpe el movimiento de la parte móvil mediante el motor durante un tiempo predeterminable. Preferentemente el segundo límite de carga también se sitúa por debajo de la curva característica del interruptor de protección de motor, la cual conduce al disparo del interruptor de protección de motor.

Preferentemente está previsto un dispositivo para la reactivación, en particular automática, del motor eléctrico a fin de poner en funcionamiento de nuevo el motor después del disparo del interruptor de protección de motor. Esto se efectúa preferentemente a través de una supervisión remota. En este caso puede ser que el interruptor de protección de motor se dispare funcionalmente de forma similar a como en un hervidor en caso de calentamiento demasiado intenso del motor y se reinicie de nuevo al enfriarse correspondiente. Sin embargo, en caso de disparo del interruptor de protección de motor se le envía una señal, de que el motor ya no se puede usar para la modificación del ángulo azimutal o correspondientemente ya no está en funcionamiento un motor de ángulo de paso, a la supervisión del funcionamiento o al dispositivo de regulación de la instalación de energía eólica.

10 El interruptor de protección de motor es preferentemente un componente de la cadena de seguridad o de un dispositivo de desconexión de seguridad de la instalación de energía eólica, de modo que el disparo del interruptor de protección de motor conduce inmediatamente a una inmovilización de la instalación de energía eólica.

Preferentemente está previsto un sistema de suministro de energía con al menos una instalación de energía eólica con las características según la invención arriba descritas y/o con un rotor y al menos una pala de rotor ajustable angularmente y un motor eléctrico, en particular un motor asíncrono, para el movimiento de una parte móvil de la instalación de energía eólica, presentando la instalación de energía eólica además un dispositivo de regulación, estando previsto en la instalación de energía eólica un dispositivo de desconexión de seguridad en el que está integrado un interruptor de protección de motor del motor eléctrico, emitiendo el dispositivo de desconexión de seguridad una señal para la desconexión de la instalación de energía eólica en caso de disparo del interruptor de protección de motor y liberándose o estando liberada para el funcionamiento de nuevo la instalación de energía eólica mediante un dispositivo de mando separado espacialmente de la instalación de energía eólica.

El dispositivo de mando (42) separado de la instalación de energía eólica (10) también puede liberar de nuevo el motor eléctrico, de modo que éste se puede ocupar de nuevo de que se mueva una parte móvil en la instalación de energía eólica, como por ejemplo la sala de máquinas o la cabeza de la torre o una pala de rotor con miras al ángulo de ajuste (ángulo de paso).

Se hace referencia en particular al documento DE 10 2006 034 251 A1, que debe estar completamente incorporado en el contenido de la revelación de esta solicitud de patente. En el documento DE 10 2006 034 251 A1 se da a conocer un procedimiento para el funcionamiento de una instalación de energía eólica, desconectándose o estando desconectada la instalación de energía eólica después del desencadenamiento de una señal de desconexión por un dispositivo de desconexión de seguridad, liberándose para el funcionamiento la instalación de energía eólica mediante un dispositivo de mando separado espacialmente de la instalación de energía eólica después de una desconexión de seguridad. Ahora se ha reconocido según la invención que en particular la recepción del interruptor de protección de motor en el dispositivo de desconexión de seguridad también es una medida muy eficiente para aumentar la seguridad de la instalación de energía eólica, siendo posible un funcionamiento seguro y eficiente en costes mediante una reactivación mediante un dispositivo de mando descrito en el documento DE 10 2006 034 251 A1, separado espacialmente de la instalación de energía eólica.

Por este documento también se conoce un sistema de suministro de energía correspondiente con al menos una instalación de energía eólica, que presenta un dispositivo de mando separado espacialmente de la instalación de energía eólica, de manera que mediante el dispositivo de mando la instalación de energía eólica se libera o está liberada para el funcionamiento después de una desconexión de seguridad. Según la invención el interruptor de desconexión de seguridad del motor eléctrico está previsto en el dispositivo de desconexión de seguridad, de modo que en caso de disparo del interruptor de protección de motor tiene lugar la desconexión de seguridad de la instalación de energía eólica.

Alternativamente está previsto preferentemente un sistema de suministro de energía con al menos una instalación de energía eólica, que está descrita anteriormente como inventiva y/o con al menos una instalación de energía eólica con un rotor y al menos una pala de rotor ajustable angularmente y un motor eléctrico, en particular un motor asíncrono, para el movimiento de una parte móvil de la instalación de energía eólica, presentando la instalación de energía eólica además un dispositivo de regulación, estando dispuesto un interruptor de protección de motor del motor eléctrico fuera de un dispositivo de desconexión de seguridad de la instalación de energía eólica. Mediante la retirada del interruptor de protección de motor del dispositivo de desconexión de seguridad o cadena de seguridad también es posible ocuparse, en caso de disparo del interruptor de protección de motor, de que la instalación de energía eólica se pueda hacer funcionar posteriormente de forma segura sin desconexión de seguridad y eventualmente también se puede usar posteriormente para el suministro de corriente.

Preferentemente un disparo del interruptor de protección de motor genera una señal que se le envía a un dispositivo de regulación. Preferentemente el dispositivo de regulación está configurado para determinar si se necesita una desconexión de seguridad de la instalación de energía eólica.

- 5 Después del disparo del interruptor de protección de motor, el dispositivo de regulación realiza entonces medidas correspondientes, por ejemplo, la inmovilización de la instalación de energía eólica, cuando la potencia de los motores restantes ya no es suficiente para el ajuste del ángulo de paso o del ángulo azimutal o cuando, por ejemplo, la sala de máquinas no debe o eventualmente puede realizar el seguimiento debido a la dirección del viento. Por consiguiente se puede esperar básicamente que cargas similares predominen en otros de los motores. Sin embargo, no debe ser necesariamente de modo que se disparen todos los interruptores de protección de motor de todos los motores para el movimiento de una parte móvil.

Así actualmente es, por ejemplo, de tal manera que ya se usan hasta 8 motores eléctricos para desplazar o girar la sala de máquinas con miras a su ángulo azimutal. En el ajuste de la pala de rotor en el ángulo de paso son habituales uno o dos motores. Por consiguiente se debe esperar inmediatamente en el momento una inmovilización de la instalación de energía eólica si falla un motor de ángulo de paso. Cuando un motor de ángulo azimutal falla, la instalación de energía eólica posiblemente todavía se puede hacer funcionar posteriormente, por ejemplo, cuando los otros motores son suficientemente actos para funcionar y no están presentes rachas de viento demasiado intensas o no son necesarias o sólo son necesarias pequeñas modificaciones de ángulo de la sala de máquinas. En este caso puede ser que la instalación de energía eólica no se deba inmovilizar en absoluto, dado que, en caso de conmutación del interruptor de protección de motor de un motor que está previsto para la modificación de un ángulo azimutal, éste se puede poner en funcionamiento de nuevo después del enfriamiento del motor de forma remota.

Preferentemente el motor eléctrico se pone automáticamente en funcionamiento de nuevo después del transcurso de un tiempo predeterminable o al quedarse por debajo de una temperatura predeterminable del motor eléctrico, mediante el dispositivo de regulación o de forma remota mediante el dispositivo de mando separado de la instalación de energía eólica.

El objetivo se resuelve además mediante un procedimiento para el funcionamiento de una instalación de energía eólica con un rotor y al menos una pala de rotor ajustable angularmente y un motor eléctrico, en particular un motor asíncrono, y con un dispositivo de regulación con las siguientes etapas del procedimiento:

- movimiento de una parte móvil de la instalación de energía eólica con el motor eléctrico,
- 35 - medición de la carga del motor eléctrico, y
- reducción de la carga del motor eléctrico cuando se ha sobrepasado un primer límite de carga predeterminable, efectuándose la reducción de la carga mediante una reducción de la velocidad de rotación del rotor, mediante una modificación del ángulo de pala de la al menos una pala de rotor ajustable angularmente y/o mediante una reducción de la potencia de la instalación de energía eólica, regulándose la carga del motor eléctrico a un valor por debajo del primer límite de carga predeterminable, midiéndose o determinándose la carga mediante una medición de la velocidad de rotación del motor eléctrico, de la corriente que fluye en el o los motores eléctricos y/o del par que actúa en el motor eléctrico o que ejerce el motor eléctrico sobre la parte móvil.
- 45 Preferentemente antes de la reducción de la carga del motor eléctrico, el motor eléctrico se para durante un tiempo predeterminable al sobrepasarse un tercer límite de carga predeterminable, realizándose subsecuentemente las etapas del movimiento de la parte móvil con el motor eléctrico, la medición de la carga del motor eléctrico y la reducción de la carga del motor eléctrico, cuando se ha sobrepasado el primer límite de carga predeterminable. En este caso, después del movimiento de una parte móvil de la instalación de energía eólica con el motor eléctrico y la medición de la carga de motor eléctrico, el motor eléctrico se para en primer lugar una vez o ya no se alimenta con energía y luego después de la reactivación del motor, es decir, nuevo movimiento de la parte móvil de la instalación de energía eólica con el motor eléctrico y medición de la carga del motor eléctrico se realiza eventualmente luego la reducción de la carga del motor eléctrico, cuando se ha sobrepasado un primer límite de carga predeterminable, efectuándose la reducción de la carga mediante una reducción de la velocidad de rotación del rotor, mediante una modificación del ángulo de pala de la al menos una pala de rotor ajustable angularmente y/o mediante una reducción de la potencia de la instalación de energía eólica.

Preferentemente el primer límite de carga predeterminable se corresponde con el tercer límite de carga predeterminable. Sin embargo, el tercer límite de carga predeterminable también se puede situar por debajo de

primer límite de carga predeterminable. De este modo se evita luego de forma muy eficiente una sobrecarga del motor eléctrico. Para la parada del motor se puede reducir la corriente suministrada al motor o la tensión aplicada al motor o poner a 0 A ó 0 V.

- 5 Preferentemente la parte móvil es una sala de máquinas de la instalación de energía eólica, que está dispuesta sobre una torre y cuyo ángulo azimutal se modifica mediante un motor eléctrico, y/o la parte móvil es la al menos una pala de rotor ajustable angularmente, ajustando el motor eléctrico el ángulo de pala. Preferentemente para la reducción de la carga del motor eléctrico se efectúa una modificación de ángulo de pala, en particular periódica, de la al menos una pala de rotor o de otra pala de rotor, la cual genera una fuerza sobre la parte móvil en la dirección del movimiento provocado mediante el motor eléctrico.

Preferentemente la reducción de la potencia de la instalación de energía eólica se provoca mediante la disminución de un par de un generador.

- 15 Según la invención el primer límite de carga predeterminable es una curva característica de valores de carga, que se sitúa por debajo de curva característica de disparo de un interruptor de protección de motor del motor eléctrico.

- Preferentemente al alcanzarse el primer límite de carga o un segundo límite de carga que se sitúa en particular por encima del primer límite de carga, se interrumpe el movimiento mediante el motor durante un tiempo predeterminable. En este caso el conocimiento se basa en que un no movimiento breve del motor en casi todas las situaciones de funcionamiento no condiciona o apenas una carga aumentada para la instalación de energía eólica.

- Preferentemente el motor eléctrico presenta un interruptor de protección de motor que está integrado en un dispositivo de desconexión de seguridad, emitiendo el dispositivo de desconexión de seguridad una señal para la desconexión de la instalación de energía eólica en caso de disparo del interruptor de protección de motor, a lo cual se desconecta la instalación de energía eólica, liberándose para el funcionamiento la instalación de energía eólica mediante un dispositivo de mando separado espacialmente de la instalación de energía eólica.

- Preferentemente el motor eléctrico presenta un interruptor de protección de motor, que está dispuesto fuera de un dispositivo de desconexión de seguridad de la instalación de energía eólica, generándose una señal que se envía a un dispositivo de regulación en caso de disparo del interruptor de protección de motor.

- Preferentemente el dispositivo de regulación determina si es necesaria una desconexión de seguridad de la instalación de energía eólica, realizándose una desconexión de seguridad si ésta se ha determinado como necesaria.

- Además, el motor eléctrico se pone automáticamente en funcionamiento de nuevo después del transcurso de un tiempo predeterminable o al quedarse por debajo de una temperatura predeterminable, mediante el dispositivo de regulación o de forma remota mediante el dispositivo de mando separado de la instalación de energía eólica.

- Preferentemente para el caso del disparo del interruptor de protección de motor, el motor se pone en funcionamiento de nuevo, en particular automáticamente, según un criterio predeterminable. El criterio para la reactivación es preferentemente el transcurso de una duración predeterminable o el enfriamiento del motor, de modo que el interruptor de protección de motor se conecta de nuevo.

- El criterio para una reactivación también puede ser un movimiento absolutamente necesario de la parte móvil, a fin de realizar movimientos relevantes por seguridad que impidan una destrucción del resto de la instalación de energía eólica. Otro criterio puede ser que el funcionamiento de la instalación de energía eólica no se ha finalizado por el dispositivo de regulación o la gestión del funcionamiento mediante la desconexión del motor o el disparo del interruptor de protección de motor, dado que no era necesario, por ejemplo, un seguimiento azimutal durante la desconexión del motor y ningún sensor genera tampoco una señal que indique una falta de funcionalidad del motor desconectado anteriormente por el interruptor de protección de motor.

- En este caso el motor eléctrico también se puede encender o conectar de nuevo de forma remota, de modo que éste también se pone en funcionamiento de nuevo correspondientemente por el dispositivo de regulación. Alternativamente el motor se puede poner en funcionamiento de forma autónoma después del enfriamiento correspondiente y conexión del interruptor de protección de motor, sin obtener una señal de inicio especial por el dispositivo de regulación.

La conexión del interruptor de protección de motor se efectúa en este caso automáticamente en caso de enfriamiento o después de un tiempo correspondiente que se puede predeterminar, de modo que el motor se pone en funcionamiento al aplicar una tensión correspondiente y una señal de control correspondiente del dispositivo de regulación. La señal de control aplicada también puede haberse aplicado en este caso durante el tiempo en el que el motor estuvo desconectado, de modo que no es necesaria una señal de inicio especial por el dispositivo de regulación para que el motor se ponga en funcionamiento de nuevo.

Preferentemente está prevista una instalación de energía eólica que presenta un rotor, al menos una pala de rotor ajustable angularmente y al menos un motor eléctrico, estando previsto el motor eléctrico para el seguimiento de una góndola sobre una torre de la instalación de energía eólica.

La instalación de energía eólica, que está configurada conforme a las instalaciones de energía eólica anteriores o como aquellas según la invención y/o preferidas, presenta la característica de que una corriente, que fluye en el al menos un motor eléctrico, está prevista como señal de entrada para un regulador que está previsto para el ajuste, en particular cíclico, de un ángulo de la al menos una pala de rotor ajustable angularmente. Por consiguiente una señal de corriente del accionamiento azimutal sirve preferentemente como entrada de un regulador de paso.

La suma de las corrientes que fluyen en varios motores eléctricos que sirven para el seguimiento de la góndola sirve como corriente que sirve como señal de entrada para un regulador para el ajuste en particular cíclico de un ángulo de la al menos una pala de rotor ajustable angularmente.

La invención es apropiada en particular para el ajuste del ángulo azimutal de la sala de máquinas, dado que en particular los motores eléctricos usados se exponen allí a cargas extremadamente elevadas, por ejemplo, en el caso de vientos turbulentos. Los vientos turbulentos, en los motores que son necesarios para el ajuste de la pala de rotor, no conducen necesariamente a fuerzas mayores, sino más bien a una carga permanente de los motores de ajuste de ángulo de pala. Por el contrario las fuerzas, que con vientos turbulentos actúan sobre los motores que deben ajustar el ángulo azimutal de la sala de máquinas, son extremadamente mucho mayores. La invención es especialmente apropiada precisamente en estos motores, dado que se pueden usar motores construidos claramente pequeños mediante la invención, dado que mediante la invención se minimiza claramente la carga.

La invención se describe a continuación si limitación de la idea general de la invención mediante ejemplos de realización en referencia a los dibujos, remitiéndose expresamente a los dibujos con respecto a todos los detalles según la invención no explicados más en detalle en el texto. Muestran:

Fig. 1 una representación esquemáticamente de una instalación de energía eólica habitual,

Fig. 2 una representación tridimensional esquemática de un sistema de seguimiento del ángulo azimutal,

Fig. 3 una representación esquemática de una parte de una instalación de energía eólica según la invención,

Fig. 4 una representación esquemática de un desarrollo de la curva del ángulo de pala de tres palas de rotor respecto al tiempo,

Fig. 5 una curva del par de torsión de la torre resultante de ello en kNm respecto al tiempo,

Fig. 6 un desarrollo de la curva de los ángulos de pala de tres palas de rotor en caso de ajuste de pala cíclico según la invención, y

Fig. 7 un desarrollo esquemático de la curva de un par de torsión de la torre resultante del ajuste de pala cíclico de la fig. 6 en kNm respecto al tiempo.

En las figuras siguientes elementos iguales o similares o partes correspondientes están provistos respectivamente de las mismas referencias, de modo que se prescinde de una nueva presentación correspondiente.

La fig. 1 muestra una representación esquemática de una instalación de energía eólica 10. La instalación de energía eólica 10 presenta un rotor 11 o un árbol de rotor 11, en el que están dispuestas habitualmente tres palas de rotor 12, 12', de las que sólo están representadas dos en la fig. 1. Las palas de rotor 12, 12' se pueden regular desde su ángulo de pala. El ángulo de pala también se designa habitualmente como ángulo de paso. Para ello sirven habitualmente motores eléctricos o al menos un motor eléctrico por cada pala de rotor 12, 12', que no están

representados sin embargo en la fig. 1. El motor 14 de la fig. 3 podría ser, por ejemplo, un motor de ajuste de ángulo de pala de este tipo. Por cada pala de rotor 12, 12' también pueden estar previstos dos o más motores eléctricos para el ajuste del ángulo de pala.

- 5 El ajuste del ángulo de pala sirve para medir de forma óptima mediante la pala de rotor la potencia que se pone a disposición por el viento que actúa sobre la instalación de energía eólica. Además, el ajuste de la pala de rotor sirve para disminuir la potencia absorbida y por consiguiente también la carga de la instalación de energía eólica en caso de velocidades del viento elevadas.
- 10 La energía eólica se convierte en una rotación del rotor 11 a través de las palas de rotor 12, 12'. A través de una transmisión 24 se acciona un generador 20 que se lleva a una conexión eléctrica 27 a través de un cable de potencia 26 que se conduce a la torre 19. Allí tiene lugar una transformación a alta tensión que se puede alimentar luego a una red. La torre 19 está establecida sobre una cimentación 28 y en la zona superior porta la sala de máquina 15 que presenta los componentes correspondientes planteados. También puede estar prevista una
- 15 instalación de energía eólica 10 que no tenga transmisión. Además, también está previsto habitualmente un freno de rotor 25 en el árbol rápido entre la transmisión 24 y el generador 20. En la sala de máquinas 15 está previsto además un dispositivo de regulación 16 que regula y/o controla la instalación de energía eólica 10.

La sala de máquinas 15 puede efectuar el seguimiento de la dirección del viento mediante los motores eléctricos 13, 13'. Un ejemplo para un seguimiento correspondiente de la dirección del viento de la sala de máquinas 15 está representado esquemáticamente de forma tridimensional en la fig. 2 En la fig. 2 sólo está representado un motor eléctrico 13. En la fig. 1 se muestran dos motores eléctricos 13, 13'. En instalaciones de energía eólica modernas de 2 MW a 5 MW se usan hasta ocho motores eléctricos para el seguimiento azimutal de la sala de máquinas o seguimiento de la dirección del viento.

25 El seguimiento de la dirección del viento de la sala de máquinas 15 tiene lugar para disminuir, por un lado, las cargas de la instalación de energía eólica 10 debido a un flujo oblicuo con el viento y aumentar además el rendimiento energético, dado que el rendimiento energético máximo de un viento predeterminado se puede obtener entonces cuando la instalación de energía eólica se recorre frontalmente por el viento. Dado que los cambios de la

30 dirección del viento también aparecen con relativa frecuencia a corto plazo, en el caso de por ejemplo cambios de la dirección del viento de hasta 15° se integra varios minutos el cambio de la dirección del viento y sólo en el caso de cambios de la dirección del viento duraderos también se realiza el seguimiento del ángulo azimutal de la sala de máquinas. La velocidad de seguimiento se sitúa habitualmente en un rango de 0,1°/s a 0,5°/s, preferentemente en 0,3°/s. En el caso de cambios intensos de la dirección del viento de hasta 40° ó 50° no se espera varios minutos en

35 el seguimiento, sino que el seguimiento se efectúa inmediatamente. En el caso de vientos turbulentos se pueden producir cargas muy elevadas de la instalación de energía eólica y también pueden actuar fuerzas azimutales muy elevadas sobre la sala de máquinas, que pueden conducir a una carga intensa de los motores eléctricos 13, 13' y de la transmisión 30 de los motores eléctricos 13, 13'.

40 En la fig. 2 está representada, según se menciona, esquemáticamente una representación tridimensional de un sistema de seguimiento del ángulo azimutal de la sala de máquinas 15. Un motor 13 está en conexión activa con una corona dentada 33 a través de una transmisión 30 y a través de un piñón 31. La multiplicación de la transmisión se sitúa en el rango de 1:100 a 1:400, de modo que el piñón 31 se gira con un factor de 1:100 a 1:400 de la velocidad de rotación en relación al motor. De este modo la sala de máquinas 15 se modifica en su ángulo azimutal

45 mediante un giro en el plano azimutal.

Para el aseguramiento de la sala de máquinas 15 frente a giros indeseados debidos a las fuerzas que actúan sobre la sala de máquinas está previsto un anillo de freno 36 con los renos 37. Los frenos, que se pueden poner en conexión activa con el anillo de freno 36, también sirven para evitar las oscilaciones en el ajuste del ángulo azimutal

50 o seguimiento de la sala de máquinas.

En el motor 13 está previsto un dispositivo de medición 19 que mide, por ejemplo, la velocidad de rotación del motor 13. Un dispositivo de regulación, que está indicado en la fig. 1 con por ejemplo 16 y en la fig. 3 con 17, puede comparar ahora una velocidad de rotación de consigna con la velocidad de rotación real medida verdaderamente. Al

55 sobrepasarse una diferencia de velocidad de rotación predeterminable se parte de una carga correspondiente del motor eléctrico, y se produce una reducción según la invención de la carga del motor eléctrico mediante una intervenciones de regulación correspondientes, que se han descrito anteriormente. Correspondientemente el dispositivo de medición 18 también puede servir para medir la corriente que fluye en el motor o que se conduce hacia el motor. Tras sobrepasarse un valor de corriente medido predeterminable también se parte de haber

alcanzado un límite de carga, de modo que tiene lugar una intervención de regulación que conduce a la reducción de la carga del motor eléctrico. También se podría medir alternativamente o adicionalmente una temperatura del motor y llevar a cabo una intervención de regulación tras alcanzarse una temperatura predeterminable.

5 El dispositivo de medición 18' puede servir, por ejemplo, para determinar la velocidad de rotación del piñón 31. Correspondientemente aquí también se puede formar una diferencia entre un valor de consigna de la velocidad de rotación y un valor real y en el caso de una diferencia correspondiente se puede partir de haber alcanzado un primer límite de carga o un segundo límite de carga del motor eléctrico. Finalmente también es posible determinar, por ejemplo, el par de fuerzas del motor 13 o del piñón 31 con los dispositivos de medición 18 ó 18' y tras sobrepasarse  
10 un par de fuerzas correspondiente, el dispositivo de regulación reducirá entonces correspondientemente la carga del motor eléctrico 13 mediante intervenciones correspondientes, que se han descrito anteriormente.

Gracias a las medidas según la invención es posible diseñar más pequeños los motores eléctricos 13, 13', 14, que se usan para el movimiento de las partes móviles de una instalación de energía eólica y en particular los  
15 accionamientos azimutales, de lo que era posible hasta ahora. Correspondientemente las instalaciones de energía eólica ya construidas se pueden hacer funcionar con la invención en zonas de viento difíciles, por ejemplo, en el caso de vientos muy racheados y vientos turbulentos.

La fig. 3 muestra una representación esquemática de una parte de una instalación de energía eólica según la  
20 invención, girándose en este ejemplo una pala de rotor 12 en su ángulo de pala de rotor a través de una corona dentada 34 y un piñón 32 correspondiente. El ángulo de pala de rotor es un ángulo de giro alrededor de un eje longitudinal de la pala de rotor.

En este ejemplo de realización según la fig. 3 también están representados un dispositivo de medición 18 y un  
25 dispositivo de medición 18', midiendo el dispositivo de medición 18, por ejemplo, un valor de corriente en el motor 14 y suministrando este valor al dispositivo de regulación 17. El dispositivo de regulación 17 puede apagar entonces correspondientemente el motor, en particular de forma regulada.

Tanto en este ejemplo de realización según la fig. 3 con previsión de un dispositivo de medición 18 que mide un  
30 valor de corriente en el motor o un valor de corriente que se le suministra al motor, siendo el motor el motor que ajusta el ángulo de pala o también siendo el motor que ajusta el ángulo azimutal, los valores de corriente medidos en el dispositivo de regulación se pueden procesar de modo que éstos se comparan con una curva característica. Los valores de corriente se pueden integrar respecto al tiempo, por ejemplo, en el dispositivo de regulación 16, 17, pudiendo ser diferente la duración en función del nivel de la corriente, de modo que se reproduce una curva  
35 característica que se corresponde con una curva característica de un interruptor de protección de motor, sin embargo, se sitúa por debajo. De este modo se puede impedir entonces de forma muy eficiente el disparo del interruptor de protección de motor.

Según la invención también se puede disminuir el par de fuerzas que se genera por el generador 20 a fin de reducir  
40 la carga del motor 14. Si se debe producir una desconexión del motor, por ejemplo, a través de una conmutación de protección de motor 21, se le suministra una señal correspondiente al dispositivo de regulación 17 y la instalación de energía eólica entonces se puede poner por ejemplo fuera de funcionamiento. Para el caso de que la parte móvil accionada mediante el motor 14 no sea como en la fig. 3 una pala de rotor 12, sino la sala de máquinas 15, puede tener sentido que el dispositivo de regulación 17 no inmovilice la instalación de energía eólica, sino que la mantenga  
45 en funcionamiento para esperar que la temperatura de funcionamiento del motor 14 haya bajado de nuevo, de modo que a través de un dispositivo de conexión 22, que se puede se puede excitar mediante el dispositivo de regulación 17, se conecta de nuevo la conmutación de protección de motor 21 y se pone en funcionamiento de nuevo el motor 14 o de forma remota el dispositivo de regulación 17 obtiene una señal correspondiente de que se conecta de nuevo la conmutación de protección de motor 21. El acceso de forma remota está indicado por la flecha 41.

50 La conmutación de protección de motor 21 también puede estar configurada de modo que ésta se conecta de forma autónoma después del enfriamiento y el motor 14 se pone en funcionamiento cuando se aplica una señal correspondiente para un funcionamiento del motor 14 por el dispositivo de regulación 17. El dispositivo de regulación 17 también puede enviar, por ejemplo, permanentemente una orden de regulación o control al motor 14 de que éste  
55 debe realizar un movimiento durante la desconexión del motor 14. Sin embargo, también puede ser que sólo tras la reconexión de la conmutación de protección de motor 21 se envíe una señal correspondiente al dispositivo de regulación 17, que entonces envía acto seguido un requerimiento de movimiento del motor 14, cuando por ejemplo se debe modificar el ángulo de pala o se debe efectuar un seguimiento azimutal de la sala de máquinas 15.

Adicionalmente en la fig. 3 todavía está representada la variante en la que está previsto un dispositivo de mando 42 separado de la instalación de energía eólica. Para ello también se hace referencia en particular al documento DE 10 2006 034 251, que debe estar completamente tomado en referencia. En particular el ejemplo de realización que se describe en la fig. 2 de la solicitud de patente mencionada anteriormente y la descripción de la figura 5 correspondiente se debe incorporar completamente en esta solicitud de patente.

En la fig. 3 está previsto ahora opcionalmente un dispositivo de desconexión de seguridad 43 que está conectado con el interruptor de protección de motor 21. En cuanto se dispara el interruptor de protección de motor 21, puede estar previsto que el dispositivo de desconexión de seguridad 43 prevea la desconexión de seguridad de la instalación de energía eólica. Correspondientemente se envía una señal de desconexión de seguridad por el dispositivo de desconexión de seguridad 43 al dispositivo de mando 42. En caso de reconexión de la instalación de energía eólica se revoca una señal de bloqueo correspondiente en el dispositivo de desconexión de seguridad 43 por, por ejemplo, el dispositivo de mando 42. La revocación de la señal de bloqueo se transmite, por ejemplo, entonces al dispositivo de regulación 17 y al dispositivo de conexión 22. El generador 20 también está conectado con el dispositivo de desconexión de seguridad 43 cuando, por ejemplo, allí aparece un proceso relevante para la seguridad que demanda una desconexión de seguridad. En este caso se le transmite una señal correspondiente al dispositivo de desconexión de seguridad 43. El dispositivo de desconexión de seguridad 43 aquí sólo está representado esquemáticamente. Se trata en sí de una cadena de hardware o cadena de seguridad de interruptores conectados en serie (compárese para ello la fig. 3 del documento DE 2006 034 251 A1 y la descripción correspondiente). En cuanto un interruptor se dispara o está abierto se genera una señal que conduce a la desconexión de seguridad de la instalación de energía eólica.

Según la invención también puede estar previsto que no exista una conexión entre el interruptor de protección de motor 21 y el dispositivo de desconexión de seguridad 43, de modo que un disparo del interruptor de protección de motor 21 no conduce necesariamente a una desconexión de seguridad de la instalación de energía eólica. En este caso el dispositivo de regulación 17 o un operario que supervisa la instalación de energía eólica en el dispositivo de mando 42 deciden si se necesita una desconexión de seguridad.

La fig. 4 muestra en un diagrama el desarrollo del ángulo de pala de tres palas de rotor respecto al tiempo en segundos. Éstas están representadas con distintas curvas 51, 52 y 53 representadas. En este caso se lleva a cabo un ajuste de pala de forma colectivo. Las diferencias de ángulo de ataque correspondientemente constantes pueden ser entendidas como tolerancias de fabricación que se han tenido en cuenta en la simulación. El ángulo correspondiente está representado en grados respecto al tiempo en segundos.

La fig. 5 muestra para ello (fig. 4) el desarrollo de la curva del par de torsión de la torre en kNm respecto al tiempo. Aquí también está representado en segundos. Se puede reconocer que debido al ajuste colectivo de las palas de rotor se producen cargas elevadas de la instalación de energía eólica.

Por el contrario en la fig. 6 se lleva a cabo según la invención un ajuste de pala de rotor cíclico, en el que la corriente medida de los motores de los accionamientos del seguimiento de góndola, es decir, los accionamientos azimutales, sirve como magnitud de entrada para el o los reguladores para el ajuste de pala. En particular tiene lugar un ajuste de pala regulado y cíclico. En este caso se puede usar la corriente medida en un motor o la suma de las corrientes medidas de varios motores o un promedio de las corrientes medidas. El promedio también se puede formar a partir de las corrientes medidas ponderadas a fin de valorar una carga mayor de un motor, por ejemplo mayor. Mediante el uso de la corriente de al menos un motor para el seguimiento de la góndola en caso de direcciones del viento por ejemplo variables se reduce claramente la carga de la instalación de energía eólica, según muestra la fig. 7.

En la fig. 7 también está representado el par de torsión de la torre, en particular el par de torsión de la cabeza de torre en kNm respecto al tiempo. Se puede reconocer que éste se reduce claramente. En comparación a la carga extrema de la fig. 5 de aproximadamente 3450 kNm, la carga máxima en la fig. 7 sólo es de aproximadamente 1900 kNm. La evaluación exacta da como resultado una reducción de la carga máxima del 38%. Las cargas de la resistencia funcional se han reducido en el 6%, lo que es un valor considerable en el sector de las instalaciones de energía eólica. Ópticamente esto se puede reconocer en que la carga de la fig. 7 discurre esencialmente más simétricamente y con oscilaciones menores respecto al eje X que en la fig. 5.

Mediante el uso de la corriente en los motores como magnitud de entrada para el regulador se usa un valor de entrada que se puede detectar y medir de forma muy sencilla. Preferentemente se usa la diferencia de la corriente medida respecto a una corriente máxima predeterminable como magnitud de entrada. Preferentemente el ajuste de pala cíclico sólo se conecta o usa para el apoyo del accionamiento azimutal, cuando una magnitud medida

predeterminable de una carga del accionamiento sobrepasa otro valor límite predeterminable. De esta manera se minimiza la disminución de aporte de energía mediante el ajuste de paso cíclico, por ejemplo, por debajo de la velocidad nominal. Con este procedimiento se regula y/o limita como resultado la corriente de los accionamientos azimutales mediante ajuste de paso cíclico.

5

Todas las características mencionadas, también las características a deducir sólo de los dibujos, así como también características individuales, que se dan a conocer en combinación con otras características, se contemplan como esenciales para la invención solas o en combinación. Las formas de realización según la invención se pueden satisfacer mediante características individuales o una combinación de varias características.

10

**Lista de referencias**

10. Instalación de energía eólica

15 11. Rotor

11'. Árbol de rotor

12, 12'. Pala de rotor

20

13, 13'. Motor

14. Motor

25 15. Sala de máquinas

16. Dispositivo de regulación

17. Dispositivo de regulación

30

18, 18'. Dispositivo de medición

19. Torre

35 20. Generador

21. Conmutación de protección de motor

22. Dispositivo de conexión

40

23. Buje de rotor

24. Transmisión

45 25. Freno de rotor

26. Cable de potencia

27. Conexión eléctrica

50

28. Cimentación

30. Transmisión

55 31. Piñón

32. Piñón

33. Corona dentada

- 34. Corona dentada
- 35. Apoyo azimutal
- 5 36. Anillo de freno
- 37. Freno
- 10 41. Acceso de forma remota
- 42. Dispositivo de mando
- 43. Dispositivo de desconexión de seguridad
- 15 51. Curva de ángulo de pala de la 1ª pala de rotor
- 52. Curva de ángulo de pala de la 2ª pala de rotor
- 20 53. Curva de ángulo de pala de la 3ª pala de rotor
- 54. Par de torsión de la torre [kNm]

**REIVINDICACIONES**

1. Instalación de energía eólica (10) con un rotor (11) y al menos una pala de rotor (12, 12') ajustable angularmente y un motor eléctrico (13, 14), en particular un motor asíncrono, para el movimiento de una parte móvil (12, 15) de la instalación de energía eólica (10), en la que la instalación de energía eólica (10) presenta además un dispositivo de regulación (16, 17), **caracterizada porque** está previsto un dispositivo de medición (18) para la determinación de la carga del motor eléctrico (13, 14), reduciendo el dispositivo de regulación (16, 17) la carga del motor (13, 14) al sobrepasarse un primer límite de carga predeterminable del motor eléctrico (13, 14) mediante reducción de la velocidad de rotación del rotor (11), mediante modificación del ángulo de pala de la al menos una pala de rotor (12, 12') y/o mediante reducción de la potencia de la instalación de energía eólica (10), regulándose la carga del motor eléctrico (13, 14) a un valor por debajo del primer límite de carga predeterminable, siendo el dispositivo de medición (18) un dispositivo de medición de velocidad de rotación del motor eléctrico (13, 14), un dispositivo de medición de corriente para la corriente que fluye en el o los motores eléctricos (13, 14) y/o un dispositivo de medición de par de fuerzas para la medición del par que actúa sobre el motor eléctrico (13, 14) o que el motor eléctrico (13, 14) ejerce sobre la parte móvil (12, 15), siendo el primer límite de carga predeterminable una curva característica de valores de carga que se sitúa por debajo de la curva característica de disparo de un interruptor de protección de motor (21) del motor eléctrico (13, 14).
2. Instalación de energía eólica (10) según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la parte móvil (12, 15) es una sala de máquina (15) de la instalación de energía eólica (10), que está dispuesta sobre una torre (19) y cuyo ángulo azimutal se puede modificar mediante el motor eléctrico (13) y/o **porque** la parte móvil (12, 15) es la al menos una pala de rotor (12) ajustable angularmente y el movimiento que se provoca mediante el motor eléctrico (14) es un ajuste angular del ángulo de pala, efectuándose en particular para la reducción de la carga del motor eléctrico (13, 14) una modificación de ángulo de pala, en particular periódica, de la al menos una pala de rotor (12) y/o de otra pala de rotor (12'), la cual provoca una fuerza sobre la parte móvil (12, 15) en una dirección de movimiento predeterminable, provocándose en particular la reducción de la potencia de la instalación de energía eólica (10) mediante disminución de un par de un generador (20).
3. Instalación de energía eólica (10) según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada porque** al alcanzarse el primer límite de carga o un segundo límite de carga que se sitúa en particular por encima del primer límite de carga, se interrumpe el movimiento de la parte móvil (12, 15) mediante el motor (13, 14) durante un tiempo predeterminable, estando previsto en particular un dispositivo (22) para la reactivación, en particular automática, del motor eléctrico (13, 14) a fin de poner en funcionamiento de nuevo el motor (13, 14) después del disparo del interruptor de protección de motor (21).
4. Instalación de energía eólica (10) con un rotor (11) y al menos una pala de rotor (12, 12') ajustable angularmente y al menos un motor eléctrico (13, 14), que está previsto para el seguimiento de una góndola sobre una torre de la instalación de energía eólica (10), según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** una corriente que fluye en al menos un motor eléctrico (13, 14) está prevista como señal de entrada para un regulador que está previsto para el ajuste, en particular cíclico, de un ángulo de la al menos una pala de rotor (12, 12') ajustable angularmente.
5. Instalación de energía eólica (10) según la reivindicación 4, **caracterizada porque** la corriente es la suma de las corrientes que fluyen en varios motores eléctricos (13, 14) que sirven para el seguimiento de la góndola.
6. Sistema de suministro de energía con al menos una instalación de energía eólica (10) según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** en la instalación de energía eólica (10) está previsto un dispositivo de desconexión de seguridad (43) en el que está integrado un interruptor de protección de motor (21) del motor eléctrico (13, 14), emitiendo el dispositivo de desconexión de seguridad (43) una señal para la desconexión de la instalación de energía eólica (10) en caso de disparo del interruptor de protección de motor (21) y liberándose o estando liberada de nuevo para el funcionamiento la instalación de energía eólica (10) mediante un dispositivo de mando (42) separado espacialmente de la instalación de energía eólica (10).
7. Sistema de suministro de energía con al menos una instalación de energía eólica (10) según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** un interruptor de protección de motor (21) del motor eléctrico (13, 14) está dispuesto fuera de un dispositivo de desconexión de seguridad (43) de la instalación de energía eólica (10), generando en particular un disparo del interruptor de protección de motor (21) una señal que se le envía a un dispositivo de regulación (16, 17).

8. Sistema de suministro de energía según una de las reivindicaciones 6 ó 7, **caracterizado porque** el motor eléctrico (13, 14) se pone automáticamente en funcionamiento de nuevo después del transcurso de un tiempo predeterminable o al quedarse por debajo de una temperatura predeterminable, mediante el dispositivo de regulación (16, 17) o de forma remota mediante el dispositivo de mando (42) separado de la instalación de energía eólica (10).
9. Procedimiento para el funcionamiento de una instalación de energía eólica (10) con un rotor (11) y al menos una pala de rotor (12, 12') ajustable angularmente y un motor eléctrico (13, 14), en particular un motor asíncrono, y con un dispositivo de regulación (16, 17) con las siguientes etapas del procedimiento:
- 10 - movimiento de una parte móvil (12, 15) de la instalación de energía eólica (10) con el motor eléctrico (13, 14),
- medición de la carga del motor eléctrico (13, 14)
- 15 y
- reducción de la carga del motor eléctrico (13, 14) cuando se ha sobrepasado un primer límite de carga predeterminable, efectuándose la reducción de la carga mediante una reducción de la velocidad de rotación del rotor (11), mediante una modificación del ángulo de pala de la al menos una pala de rotor (12) ajustable angularmente y/o mediante una reducción de la potencia de la instalación de energía eólica (10), regulándose la carga del motor eléctrico (13, 14) a un valor por debajo del primer límite de carga predeterminable, determinándose la carga mediante una medición de la velocidad de rotación del motor eléctrico (13, 14), de la corriente que fluye en el o los motores eléctricos (13, 14), y/o del par que actúa sobre el motor eléctrico (13, 14) o que ejerce el motor eléctrico (13, 14) sobre la parte móvil (12, 15), siendo el primer límite de carga predeterminable una curva característica de valores de carga que se sitúa por debajo de la curva característica de disparo de un interruptor de protección de motor (21) del motor eléctrico (13, 14).
10. Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado porque** antes de la reducción de la carga del motor eléctrico (13, 14), el motor eléctrico (13, 14) se para durante un tiempo predeterminable al sobrepasarse un tercer límite de carga predeterminable, realizándose subsecuentemente las etapas del movimiento de la parte móvil (12, 15) con el motor eléctrico, la medición de la carga del motor eléctrico (13, 14) y la reducción de la carga del motor eléctrico (13, 14) cuando se ha sobrepasado el primer límite de carga predeterminable, regulándose en particular la carga del motor eléctrico (13, 14) a un valor por debajo del primer límite de carga predeterminable.
11. Procedimiento según la reivindicación 9 ó 10, **caracterizado porque** la parte móvil (12, 15) es una sala de máquina (15) de la instalación de energía eólica (10), que está dispuesta sobre una torre (19) y cuyo ángulo azimutal se modifica mediante el motor eléctrico (13), y/o **porque** la parte móvil (12, 15) es la al menos una pala de rotor (12, 12') ajustable angularmente y **porque** el motor eléctrico (14) ajusta el ángulo de pala, efectuándose en particular para la reducción de la carga del motor eléctrico (13, 14) una modificación de ángulo de pala, en particular periódica, de la al menos una pala de rotor (12) o de otra pala de rotor (12'), la cual genera una fuerza sobre la parte móvil (12, 15) en la dirección del movimiento provocado mediante el motor eléctrico (13, 14).
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado porque** al alcanzarse el primer límite de carga o un segundo límite de carga que se sitúa en particular por encima del primer límite de carga, se interrumpe el movimiento de la parte móvil (12, 15) mediante el motor (13, 14) durante un tiempo predeterminable, poniéndose en funcionamiento de nuevo para el caso del disparo del interruptor de protección de motor (21) del motor (13, 14), en particular de forma automática, según un criterio predeterminable.
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 12, **caracterizado porque** el motor eléctrico (13, 14) presenta un interruptor de protección de motor (21), que está dispuesto fuera de un dispositivo de desconexión de seguridad (43) de la instalación de energía eólica (10), generándose una señal que se le envía a un dispositivo de regulación (16, 17) en caso de disparo del interruptor de protección de motor (21).
14. Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado porque** el motor eléctrico (13, 14) se pone automáticamente en funcionamiento de nuevo después del transcurso de un tiempo predeterminable o al quedarse por debajo de una temperatura predeterminable, mediante el dispositivo de regulación (16, 17) o de forma remota mediante el dispositivo de mando (42) separado de la instalación de energía eólica (10).

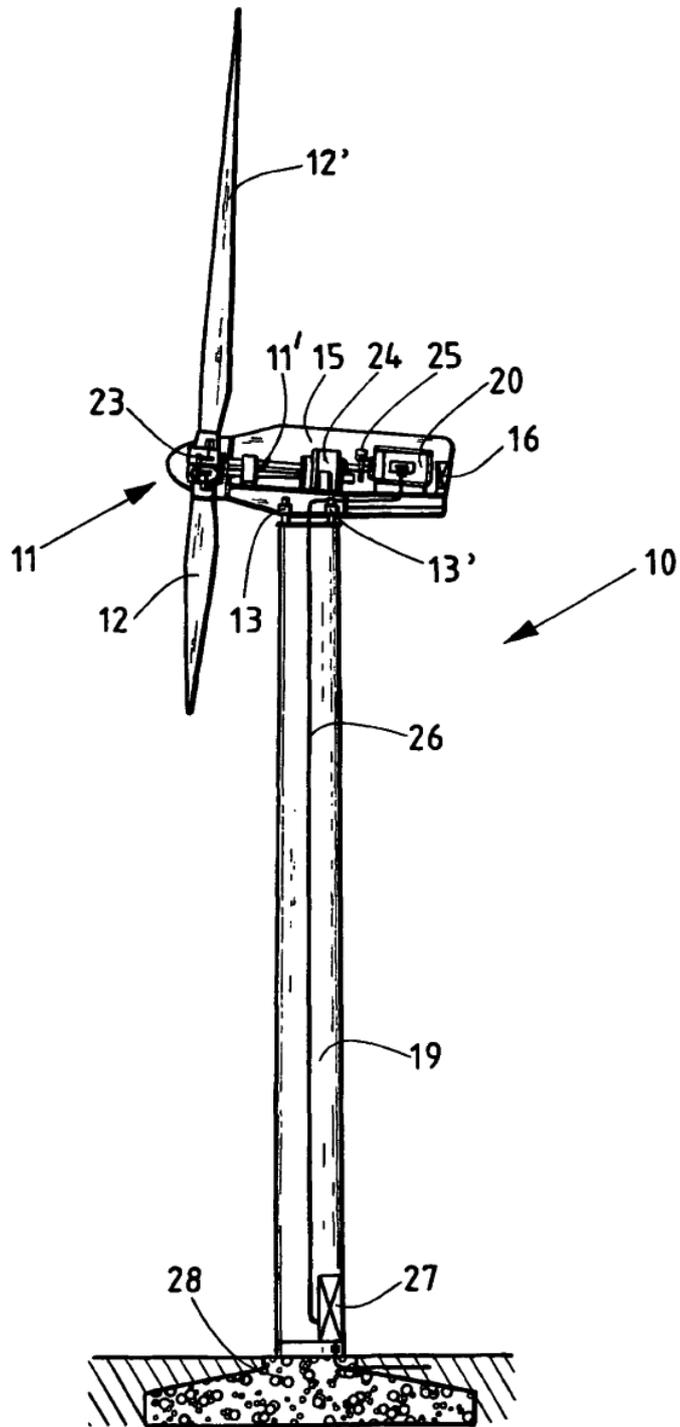


Fig. 1

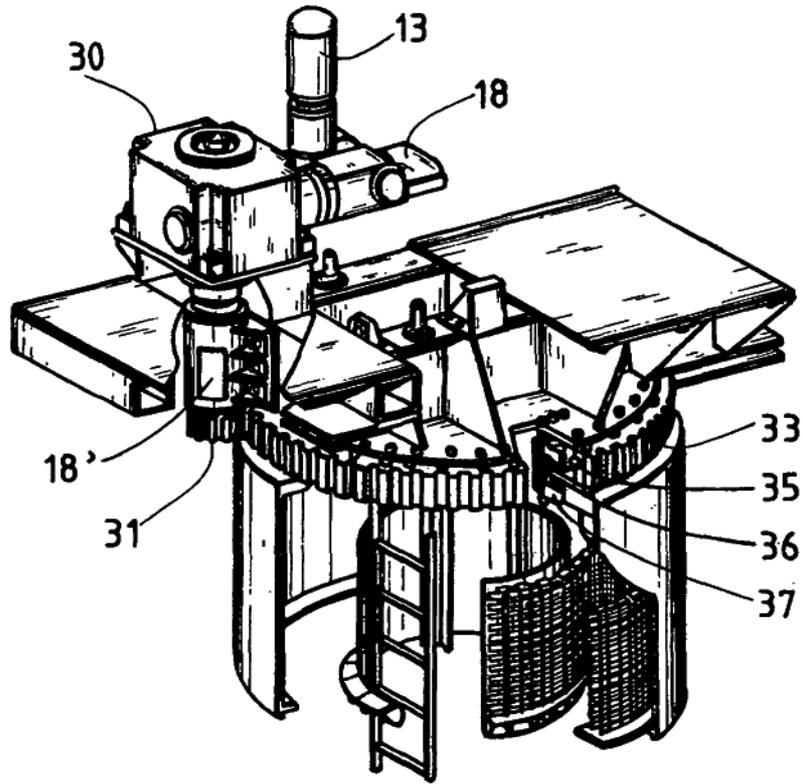


Fig. 2

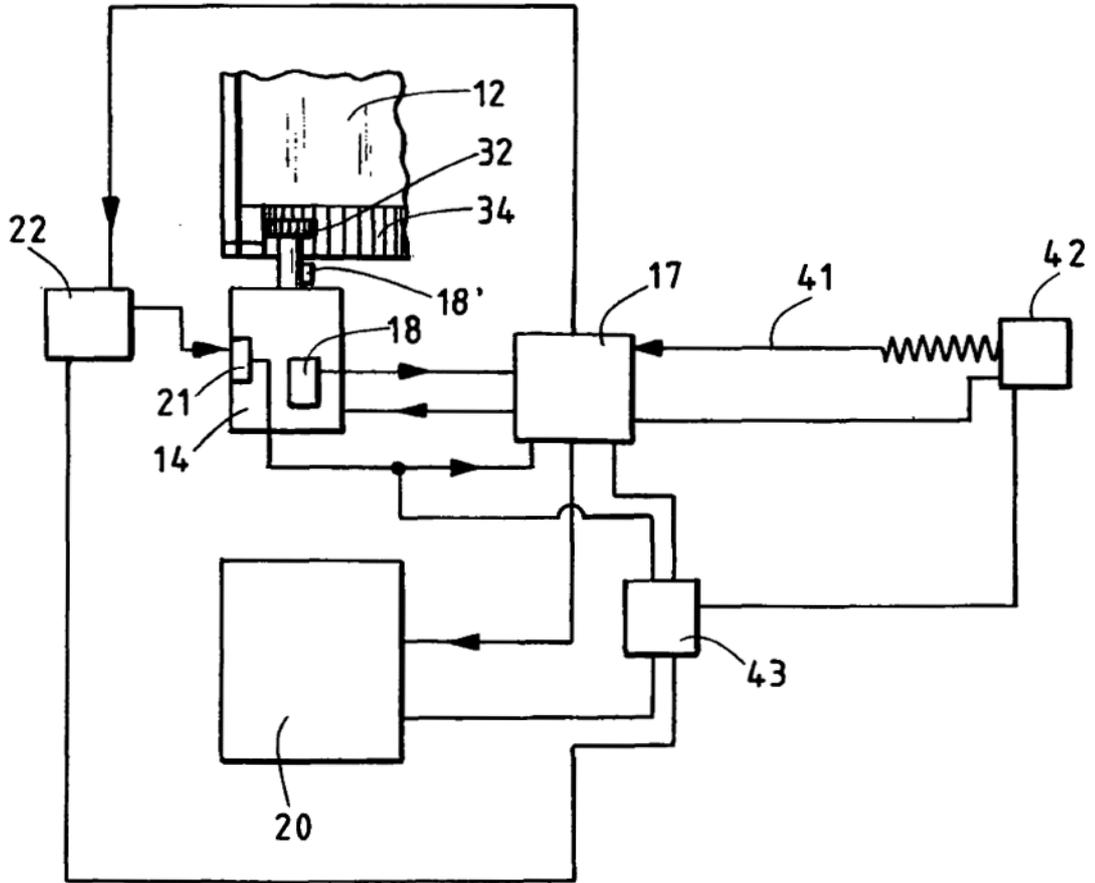


Fig. 3

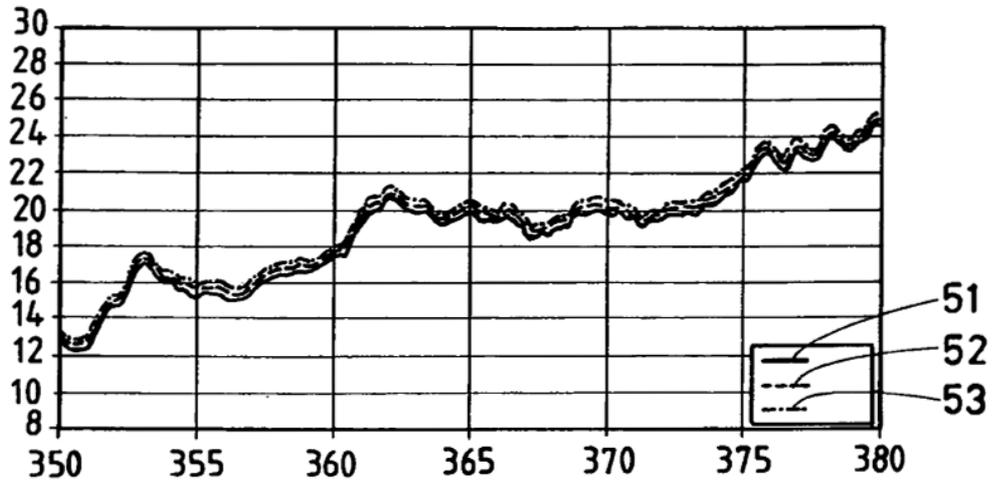


Fig. 4

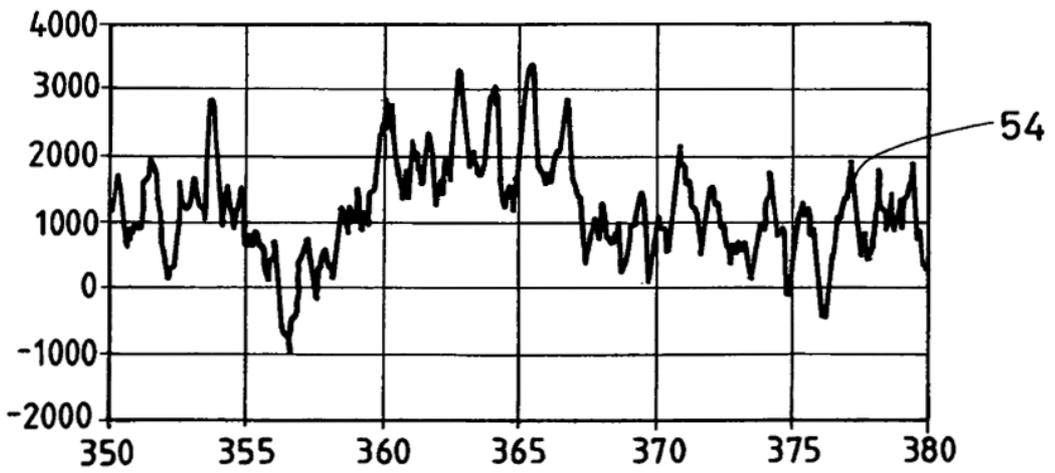


Fig. 5

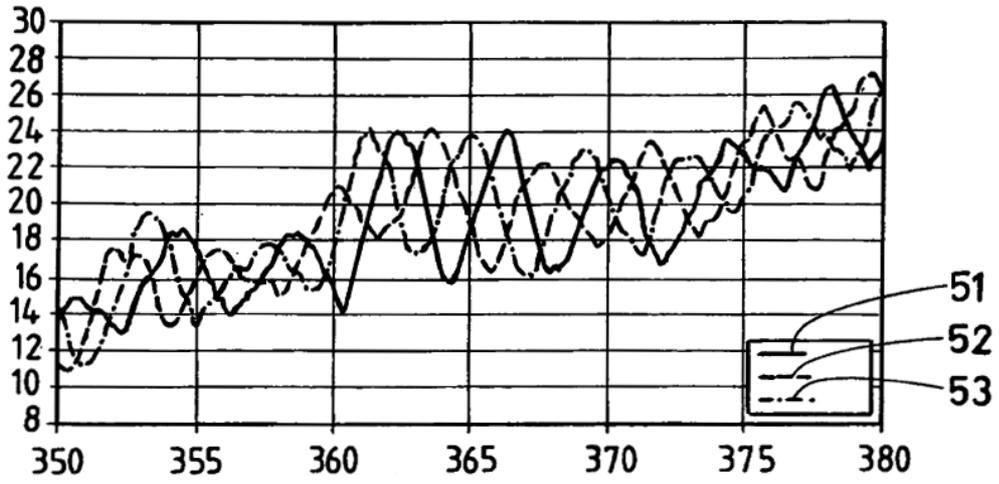


Fig. 6

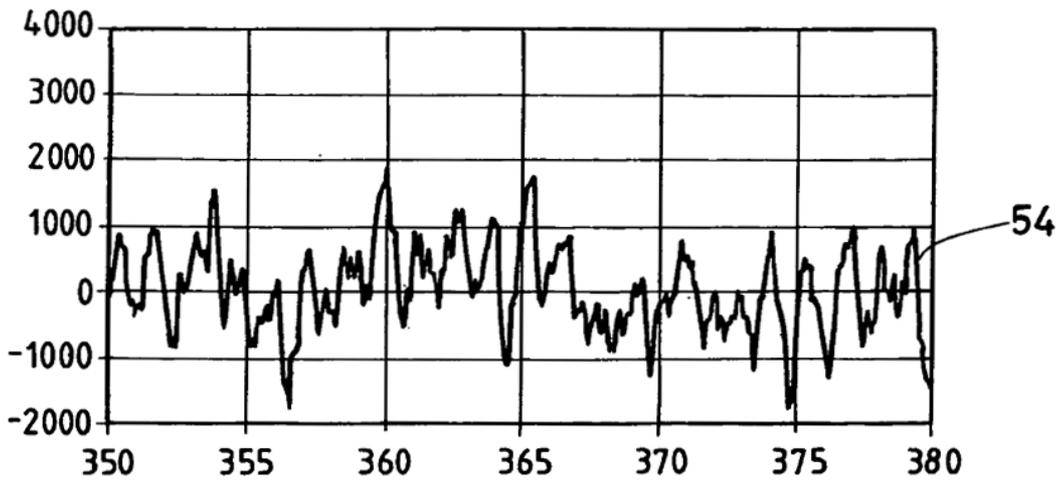


Fig. 7