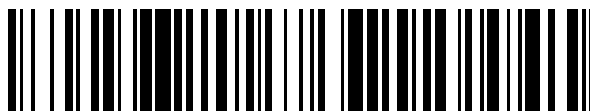


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 636 656**

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 15150159 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.05.2017** **EP 2915999**

54 Título: **Reducción de la carga del motor en un conjunto de energía eólica**

30 Prioridad:

20.01.2009 DE 102009005516

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

06.10.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 636 656 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 del motor en un conjunto de energía eólica

La invención se refiere a un sistema de suministro de energía con una turbina eólica con un rotor y al menos con una pala de rotor regulable en el ángulo y con un motor eléctrico, en particular un motor asíncrono, para el movimiento de una parte móvil de la turbina eólica, presentando la turbina eólica, además, un dispositivo de regulación. En la parte móvil se puede tratar típicamente de una sala de máquinas, que debe alinearse en su ángulo azimutal hacia el viento, o de una pala de rotor, que se puede ajustar con respecto a su ángulo de la pala, que se designa también como ángulo de paso. La invención se refiere, además, a un procedimiento para el funcionamiento de una turbina eólica con un rotor y al menos una pala de rotor regulable en el ángulo, con un motor eléctrico, especialmente un motor asíncrono, y con un dispositivo de regulación.

Se conoce en sí un seguimiento de la dirección del viento con motor de la sala de máquinas para una turbina eólica. Así, por ejemplo, en el Manual de Erich Hau, Windkraftanlagen, 4ª edición, Springer-Verlag, página 346 y siguientes, se menciona un sistema de seguimiento de la dirección del viento también como sistema de ajuste azimutal. Este sistema sirve para alinear el rotor y la sala de máquinas automáticamente según la dirección del viento. Se trata de un grupo de construcción autónomo en la turbina eólica que, visto desde el punto de vista constructivo, forma la transición desde la sala de máquinas hacia la parte superior de la torre. La instalación de regulación gira en este caso la sala de máquinas con el rotor esencialmente alrededor del eje longitudinal de la torre, es decir, alrededor del ángulo azimutal. A tal fin, está previsto un servo accionamiento en forma de un motor eléctrico, que está configurado con frecuencia como motor asíncrono y, además, una transmisión así como un freno.

Durante el funcionamiento de una turbina eólica, especialmente con vientos turbulentos, en función del ángulo de guiñada del rotor, pueden aparecer fuerzas muy altas y, por lo tanto, momentos de torsión muy altos, los llamados momentos de guiñada. Estos momentos de torsión muy altos 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, durante el movimiento de seguimiento de la sala de máquinas puede conducir en los motores de accionamiento a puntas de potencia, que reducen la duración de vida útil de los motores y de la transmisión conectada con los motores y, además, conduce a que se dispare un conmutador de protección del motor, lo que conduce automáticamente a la parada de la turbina eólica, puesto que el conmutador de protección del motor es, en general, componente de la cadena de seguridad de la turbina eólica. La opuesta en funcionamiento de nuevo del motor en la turbina eólica es entonces relativamente costosa de tiempo y conduce a fallos relativamente altos de generación de corriente de la turbina eólica.

Problemas correspondientes pueden aparecer también en los motores de accionamiento de la regulación en el ángulo de palas de rotor. También aquí, con vientos turbulentos correspondientes, pueden aparecer estados, en los que se dispara el conmutador de protección del motor, de manera que no es posible ya otra regulación de la pala del rotor, lo que puede conducir también a situaciones peligrosas o bien a la parada de la turbina eólica. Por este motivo, se utilizan habitualmente motores eléctricos dimensionados relativamente grandes para la regulación del ángulo de las palas del rotor o bien varios motores sirven al mismo tiempo o bien en paralelo para realizar la regulación de la pala del rotor y también la regulación del ángulo azimutal de la sala de máquinas.

El documento EP 1 362 183 B1 publica un seguimiento azimutal de una turbina eólica, en la que se realiza un control de la regulación de las palas del rotor en función de la desviación entre la dirección calculada del viento y la posición azimutal detectada y en función de la desviación de una torre de la turbina eólica desde la vertical en una turbina eólica flotante. En este caso, se aprovecha un desequilibrio de fuerzas entre diferentes palas del rotor, para que no deba conectarse un accionamiento azimutal en forma de un motor eléctrico o con potencia reducida, para conseguir un movimiento azimutal.

Se conoce a partir del documento EP 1 882 852 A1 una turbina eólica con una sala de máquinas y un rotor y con al menos una pala de rotor regulable alrededor de su eje longitudinal, en la que está prevista una instalación de regulación, a través de la cual se puede ajustar con motor una alineación azimutal de la sala de máquinas o una alineación de paso de la al menos una pala de rotor, en la que la instalación de ajuste presenta al menos un motor y en la que está previsto un control para el motor, que limita el momento que aparece en el motor a un valor máximo predeterminado. En este caso, se utiliza un motor más fuerte que tiene como consecuencia un momento de inserción más alto, que sin la limitación del momento de torsión sobrecargaría la transmisión utilizada. Por encima de un momento de retención máximo se permite un resbalamiento del freno eléctrico, que se emplea como freno de funcionamiento. En el diseño de la transmisión a un momento máximo se permite, en el caso de valores bajos del momento de torsión, un resbalamiento del freno eléctrico. El momento del motor se limita a través de la activación con diferentes frecuencias.

En el documento DE 103 07 929 A1 se publica una disposición para la rotación de una góndola de máquina, en particular para una turbina eólica, que presenta un alojamiento de góndola para el alojamiento giratorio de la góndola de la máquina sobre una torre y al menos un accionamiento para la rotación de la góndola de la máquina frente a la

torre, estando dispuesto el accionamiento con una fijación en la góndola de la máquina o en la torre. La fijación del accionamiento presenta al menos una superficie de fricción para la fijación del accionamiento, de manera que a partir de una carga mecánica predeterminada se puede mover el accionamiento en la fijación. De esta manera, se evita una solicitud excesiva del accionamiento. Además, está previsto un sistema sensor, que registra un movimiento del accionamiento en la fijación y para este caso emite una señal al control de la instalación y/o a una central de supervisión.

Se conoce a partir del documento EP 2 037 119 A1 un control para un accionamiento azimutal de una turbina eólica, con el que se reduce la carga del sistema azimutal.

El documento DE 10 2006 029 640 A1 publica una turbina eólica con una sala de máquinas, cuya alineación azimutal se puede ajustar con motor a través de una instalación de ajuste, presentando la instalación de regulación al menos un motor asíncrono con transmisión y al menos un freno de retención, que limita el momento aparecido en el motor asíncrono a un valor máximo predeterminado.

El documento EP 0 995 904 A2 publica una turbina eólica con un rotor con palas de rotor regulables, en la que por medio de variables de medición registradas se puede reducir la carta actual de un elemento de la estructura de la instalación sobre una regulación.

El cometido de la presente invención es indicar una turbina eólica y un procedimiento para el funcionamiento de una turbina eólica, por medio de la cual es posible un funcionamiento seguro, pudiendo encontrar aplicación con preferencia para el movimiento de partes móviles de la turbina eólica unos motores eléctricos dimensionados lo más pequeños posible.

Según la invención, el sistema de suministro de energía está previsto con al menos una turbina eólica con un rotor y con al menos una pala de rotor regulable en el ángulo y con un motor eléctrico, especialmente un motor asíncrono, para el movimiento de una parte móvil de la turbina eólica, presentando la turbina eólica, además, un dispositivo de regulación, estando dispuesto un conmutador de protección del motor eléctrico fuera de una instalación de desconexión de seguridad de la turbina eólica. A través de la retirada del conmutador de protección del motor fuera de la instalación de desconexión de seguridad o bien de la cadena de seguridad es posible, en el caso de disparo del conmutador de protección del motor, procurar que se pueda continuar accionamiento con seguridad la turbina eólica sin desconexión de seguridad y, dado el caso, se pueda utilizar en adelante también para el suministro de corriente.

Según la invención, un disparo del conmutador de protección del motor genera una señal que se emite a un dispositivo de regulación. Según la invención, el dispositivo de regulación está configurado para calcular si es necesaria una desconexión de seguridad de la turbina eólica.

Después del disparo del conmutador de protección del motor, el dispositivo de regulación ejecuta entonces medidas correspondientes, por ejemplo la parada de la turbina eólica, cuando la potencia de los restantes motores no es suficiente ya para el ajuste del ángulo de paso o del ángulo azimutal o cuando, por ejemplo, la sala de máquinas no debe o, dado el caso, puede ser seguida en virtud de la dirección del viento. En efecto, en principio hay que contar con que predominan cargas similares en los otros motores. Sin embargo, no tiene que ser necesario que todos los conmutadores de protección del motor se disparen para el movimiento de una parte móvil.

Así, por ejemplo, actualmente sucede que se utilizan ya hasta 8 motores eléctricos para desplazar o bien girar la sala de máquinas con respecto a su ángulo azimutal. Durante el desplazamiento o giro de la pala del rotor en el ángulo de paso son habituales uno o dos motores. De esta manera hay que contar con una parada de la turbina eólica inmediatamente en el momento en el que falla un motor del ángulo de paso. Cuando falla un motor del ángulo azimutal, puede continuar funcionando todavía posiblemente la turbina eólica, cuando los otros motores son suficientemente funcionales y no están presentes ráfagas demasiado fuertes o bien no son necesarias o sólo reducidas modificaciones del ángulo de la sala de máquinas. En este caso, puede ser que la turbina eólica no deba pararse, en general, puesto que en el caso de conexión del conmutador de protección de un motor, que está previsto para la modificación de un ángulo azimutal, éste se puede poner en funcionamiento de nuevo a distancia después de la refrigeración del motor.

Con preferencia, el motor eléctrico se pone en funcionamiento de nuevo después del transcurso de un tiempo predeterminado o cuando no se alcanza una temperatura predeterminada del motor eléctrico de manera automática, a través del dispositivo de regulación o a distancia a través de la instalación de mando separada de la turbina eólica.

Con preferencia, está previsto un dispositivo de medición para la determinación de la carga del motor eléctrico, de manera que el dispositivo de regulación, en el caso de que se exceda un primer límite de carga predeterminado del motor eléctrico, reduce la carga del motor a través de la reducción del número de revoluciones del rotor, a través de la modificación del ángulo de la pala de la al menos una pala de rotor y/o a través de la reducción de la potencia de

la turbina eólica.

Con preferencia, de esta manera se realiza una intervención de regulación y/o de control sobre un parámetro de la turbina eólica, que se ocupa de que se reduzcan momentos de torsión altos, por ejemplo una torsión de la torre, que provocan momentos demasiado grandes sobre motores eléctricos que accionan partes móviles de la turbina eólica. Esto se puede realizar, por ejemplo, a través de la reducción del número de revoluciones del rotor, a través de la modificación del ángulo de la al menos una pala de rotor y/o a través de la reducción de la potencia de la turbina eólica. En el caso de una reducción de la potencia de la turbina eólica, por ejemplo a través de la toma más reducida de potencia desde el generador o en el caso de una reducción del número de revoluciones así como en el caso de una articulación de las palas del rotor en la dirección de la posición de la bandera, se reduce claramente la torsión de la torre y, por lo tanto, también el momento de torsión, que actúa sobre el motor eléctrico. De esta manera es posible un funcionamiento seguro de la turbina eólica. Además, se pueden utilizar motores dimensionados más pequeños.

Con preferencia, la carga del motor eléctrico se regula a un valor por debajo del primer límite de carga predeterminable. De esta manera es posible un funcionamiento todavía más seguro de la turbina eólica. Con preferencia, la intensidad de la intervención sobre la medida, que conduce a la reducción de la carga del motor eléctrico, está en función de la desviación de la carga desde el primer límite de carga, de manera que una desviación más reducida significa una intervención más débil y una desviación mayor significa una intervención más fuerte. Con preferencia, se regula con un algoritmo de regulación, que corresponde esencialmente a un regulador-PID que es un regulador-PID de este tipo.

Especialmente preferida es la medida en la que la parte móvil es una sala de máquinas de la turbina eólica, que está dispuesta sobre una torre y cuyo ángulo azimutal es variable a través del motor eléctrico y/o en la que la parte móvil es la al menos una pala de rotor regulable en el ángulo y el movimiento, que se provoca a través del motor eléctrico, es una regulación en el ángulo de la pala. El motor eléctrico, que es con preferencia un motor asíncrono, es entonces, por ejemplo, un motor de ajuste del ángulo azimutal o un motor de ajuste del ángulo de paso. También pueden estar previstos, respectivamente, varios motores para regular el ángulo azimutal de la cabeza de la torre o bien de la sala de máquinas y de manera correspondiente pueden estar previstos también varios motores para regular el ángulo de la pala del rotor.

Con preferencia, para la reducción de la carga del motor eléctrico se realiza una modificación, especialmente periódica, del ángulo de la pala del al menos un rotor y/o de otra pala de rotor, que provoca una fuerza sobre la parte móvil en una dirección predeterminada del movimiento, donde la dirección del movimiento representa la dirección del movimiento predeterminada a través del motor. El motor se apoya en este caso a través de la fuerza que acciona la parte móvil. La fuerza, que actúa a través de la modificación del ángulo de la pala sobre la parte móvil, está dirigida, por lo tanto, en la dirección del movimiento provocado a través del motor eléctrico o bien al menos una componente de la dirección de la fuerza va en la dirección del movimiento provocado por el motor eléctrico. En este caso, se aplica la medida que sirve en el documento EP 1 362 183 B1, por ejemplo, para conseguir el movimiento azimutal de la sala de máquinas o bien de la cabeza de la torre de la turbina eólica. A diferencia del documento EP 1 362 183 B1, el apoyo de la fuerza provocada por modificaciones del ángulo de la pala solamente se utiliza cuando existe una carga correspondiente del motor eléctrico, que debe reducirse. Por lo tanto, según la invención, esta fuerza adicional a través de la modificación del ángulo de la pala se utiliza para presionar o bien mantener la carga del motor eléctrico por debajo de un valor límite o bien por debajo de una curva característica del valor límite.

Con preferencia, se provoca la reducción de la carga de la turbina eólica a través de la reducción de un momento de un generador. El generador está embridado típicamente en la sala de máquinas en el rotor o bien en el árbol del rotor y está conectado sobre una transmisión o sin transmisión. El generador sirve para la generación de energía eléctrica. Con preferencia está previsto un generador asíncrono.

Con preferencia, el dispositivo de medición es un dispositivo de medición del número de revoluciones del motor eléctrico, un dispositivo de medición de la corriente, que fluye en el o en los motores eléctricos y/o un dispositivo de medición del par motor para la medición del par, que actúa sobre el motor eléctrico o bien que el motor eléctrico ejerce sobre la parte móvil. El dispositivo de medición de la corriente mide, por ejemplo, la corriente, que fluye en el motor eléctrico p que fluye hacia el motor eléctrico.

Con preferencia, el primer límite de carga predeterminable es una curva característica de valores de carga, que está por debajo de la curva característica de disparo de un conmutador de protección del motor eléctrico. La curva característica de disparo del conmutador de protección del motor es, por ejemplo, una curva característica en un diagrama de tiempo y corriente. La curva característica de disparo se alcanza o bien se excede cuando ha fluído una corriente determinada durante un cierto tiempo. Por lo tanto, se utiliza una especie de valor integral de la corriente, en el que se forma una integral de un valor evaluado que fluye durante un tiempo correspondiente. La curva característica reproduce en este caso aproximadamente el calentamiento del motor con la ayuda de la corriente que fluye a través del motor. El conmutador de protección del motor puede ser también un relé de protección del motor,

que reacciona exactamente a la temperatura del motor. Puede estar previsto, por ejemplo, también un sensor de temperatura, que conecta entonces el relé de protección del motor. Así, por ejemplo, puede encontrar aplicación un relé de protección del motor TeSys del Tipo LRD12 de la Firma Telemecanique, que está ajustado, por ejemplo, a 4 A y de esta manera, por ejemplo, con una carga simétrica de tres polos desde el estado caliente de funcionamiento con una corriente de 2 A se dispara después de aproximadamente 30 s y/o a 8 A se dispara después de aproximadamente 15 s. Con una carga simétrica de tres polos desde el estado frío, el conmutador de protección del motor se dispararía entonces después de aproximadamente 1 min.

Con preferencia, la curva característica del valor de la carga del primer límite de carga predeterminable es de aproximadamente 70 % a 95 % de la curva característica del conmutador de protección del motor (por lo tanto, de 5 % a 30 % por debajo) y especialmente de 80 % a 90 % de la curva característica del conmutador de protección del motor. Por lo tanto, para el límite de carga se reproduce una curva característica, que está por debajo de la curva característica del conmutador de protección del motor, de manera que la carga del motor se reduce oportunamente antes del disparo del conmutador de protección del motor.

Con preferencia, cuando se alcanza el primer límite de carga o un segundo límite de carga, que está especialmente por encima del primer límite de carga, se interrumpe el movimiento de la parte móvil a través del motor durante un tiempo predeterminable. Con preferencia, también el segundo límite de carga está por debajo de la curva característica del conmutador de protección del motor, que conduce al disparo del conmutador de protección del motor.

Con preferencia, está previsto un dispositivo para la puesta en funcionamiento, especialmente automática, del motor eléctrico, para poder en funcionamiento de nuevo el motor después del disparo del conmutador de protección del motor. Esto se realiza con preferencia a través de un control remoto. En este caso, puede ser que el conmutador de protección del motor se dispare funcionalmente de manera similar a un hervidor de agua en el caso de calentamiento excesivo del motor y se repone de nuevo en el caso de refrigeración correspondiente. No obstante, cuando se dispara el conmutador de protección del motor de la supervisión del funcionamiento, se emite una señal, con la que o bien no se puede utilizar ya el motor para la modificación del ángulo azimutal o, en cambio, de manera correspondiente no está ya en funcionamiento un motor del ángulo de paso.

El conmutador de protección del motor puede ser componente de la cadena de seguridad o bien de una instalación de desconexión de seguridad de la turbina eólica, de manera que el disparo del conmutador de protección del motor conduce inmediatamente a la parada de la turbina eólica.

El cometido se soluciona, además, por medio de un procedimiento para el funcionamiento de una turbina eólica con un rotor y al menos una pala de rotor regulable en el ángulo y un motor eléctrico, en particular un motor asincrónico, y con un dispositivo de regulación, en el que el motor eléctrico presenta un conmutador de protección del motor, que está dispuesto fuera de una instalación de desconexión de seguridad de la turbina eólica, de manera que en el caso de disparo del conmutador de protección del motor, se genera una señal, que se emite a un dispositivo de regulación.

Con preferencia, el dispositivo de regulación determina si es necesaria una desconexión de seguridad de la turbina eólica, siendo realizada una desconexión de seguridad en el caso de que se haya determinado que ésta es necesaria.

Además, con preferencia se pone en funcionamiento de nuevo el motor eléctrico después del transcurso de un tiempo predeterminable o cuando no se excede una temperatura predeterminable automáticamente a través del dispositivo de regulación o a distancia a través de la instalación de mando separada de la turbina eólica.

Con preferencia, para el caso del disparo del conmutador de protección del motor, se pone en funcionamiento de nuevo el motor, en particular, automáticamente, según un criterio predeterminable. El criterio para la puesta de nuevo en funcionamiento es con preferencia el transcurso de una duración de tiempo predeterminable o la refrigeración del motor, de manera que se conecta de nuevo el conmutador de protección del motor.

El criterio para una nueva puesta en funcionamiento puede ser también una movimiento absolutamente necesario de la parte móvil, para realizar movimientos relevantes para la seguridad, que impiden una destrucción de la otra turbina eólica. Otro criterio puede ser que el funcionamiento de la turbina eólica no haya sido terminado por el dispositivo de regulación o bien por la conducción del funcionamiento a través de la desconexión del motor o bien el disparo del conmutador de protección del motor, puesto que, por ejemplo, no era necesario un seguimiento azimutal durante la desconexión del motor y, por lo demás, ningún sensor genera una señal que indique una capacidad funcional deficiente del motor previamente desconectado a través del conmutador de protección del motor.

En este caso, por ejemplo, el motor eléctrico puede ser conectado de nuevo o bien conmutado también a distancia, de manera que éste se pone en funcionamiento también de nuevo de acuerdo con el dispositivo de regulación. De

manera alternativa, el motor se puede poner en funcionamiento automáticamente después de la refrigeración correspondiente y la conexión del conmutador de protección del motor, sin recibir una señal de arranque especial desde el dispositivo de regulación.

- 5 La conexión del conmutador de protección del motor se realiza en este caso automáticamente con la refrigeración y después de un tiempo correspondiente, que puede ser predeterminable, de manera que cuando se aplica una tensión correspondiente con una señal de control correspondiente del dispositivo de regulación, se pone en funcionamiento el motor. La señal de control aplicada puede aplicarse en este caso también durante el tiempo, en el que el motor estaba desconectado, de manera que no es necesaria ninguna señal de arranque separada desde el dispositivo de regulación para que se ponga el funcionamiento de nuevo el motor.

Con preferencia, están previstas las siguientes etapas del procedimiento:

- 15
- Mover una parte móvil de la turbina eólica con el motor eléctrico,
 - Medir la carga del motor eléctrico y
 - Reducir la carga del motor eléctrico cuando se ha excedido un primer límite de carga predeterminable, siendo realizada la reducción de la carga a través de una reducción del número de revoluciones del rotor, a través de una modificación del ángulo de la al menos una pala de rotor regulable en el ángulo y/o a través de una reducción de la potencia de la turbina eólica.

20 Con preferencia, antes de la reducción de la carga del motor eléctrico, se detiene el motor eléctrico en el caso de que se exceda un tercer límite de carga predeterminables durante un tiempo predeterminable, realizando a continuación 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 excedido el primer límite de carga predeterminable. En este caso, se detiene entonces después del movimiento de la parte móvil de la turbina eólica con el motor eléctrico y la medición de la carga del motor eléctrico en primer lugar una vez el motor eléctrico o bien no se alimenta ya con energía y entonces después de la puesta en funcionamiento de nuevo del motor, es decir, después de mover otra vez la parte móvil de la turbina eólica con e motor eléctrico y la medición de la carga del motor eléctrico, se realiza dado el caso entonces la reducción de la carga del motor eléctrico, cuando se ha excedido un primer límite de carga predeterminable, siendo realizada la reducción de la carga a través de la reducción del número de revoluciones del rotor, a través de una modificación del ángulo de la al menos una pala de rotor regulable en el ángulo y/o a través de una reducción de la potencia de la turbina eólica.

35 Con preferencia, el primer límite de carga predeterminable corresponde al tercer límite de carga predeterminable. El tercer límite de carga predeterminable puede estar, sin embargo, también por debajo del primer límite de carga predeterminable. De esta manera, se evita entonces de forma muy eficiente una sobrecarga del motor eléctrico. Para la parada del motor, se puede reducir la corriente alimentada al motor o bien la tensión aplicada al motor o se puede colocar en 0 A o bien 0 V.

40 Con preferencia, se regula la carga del motor eléctrico a un valor por debajo del primer límite de carga predeterminable.

45 Con preferencia, la parte móvil es una sala de máquinas de la turbina eólica, que está dispuesta sobre una torre y cuyo ángulo azimutal se modifica a través del motor eléctrico, y/o la parte móvil es al menos una pala de rotor regulable en el ángulo, donde el motor eléctrico regula el ángulo de la pala. Con preferencia, para la reducción de la carga del motor eléctrico se realiza una modificación periódica del ángulo de la al menos una pala del rotor o de otra pala del rotor, que genera una fuerza sobre la parte móvil en la dirección del movimiento provocado por el motor eléctrico.

50 Con preferencia, la reducción de la potencia de la turbina eléctrica se provoca a través de la reducción del momento de un generador.

55 Con preferencia, la carga se mide o bien se determina a través de una medición del número de revoluciones del motor eléctrico, de la corriente que fluye en el o al motor eléctrico y/o del momento, que actúa sobre el motor eléctrico o que el motor eléctrico ejerce sobre la parte móvil.

Con preferencia, el primer límite de carga predeterminable es una curva característica de valores de carga, que está por debajo de la curva característica de disparo de un conmutador de protección del motor eléctrico.

60 Con preferencia, cuando se alcanza el primer límite de carga o un segundo límite de carga, que está especialmente por encima del primer límite de carga, se interrumpe el movimiento a través del motor durante un tiempo predeterminable. En este caso, se basa en el reconocimiento de que una parada de corta duración del motor en casi todas las situaciones de funcionamiento no condiciona o apenas una carga elevada para la turbina eólica.

El cometido se soluciona, además, por medio de una turbina eólica, que presenta un rotor, al menos una pala de rotor regulable en el ángulo y al menos un motor eléctrico, donde el motor eléctrico está previsto para el seguimiento de una góndola sobre una torre de la turbina eólica.

5 La turbina eólica según la invención, que está configurada con preferencia según las turbinas eólicas anteriores o bien como la invención y/o preferidas, presenta la características de que está prevista una corriente, que fluye en el al menos un motor eléctrico, como señal de entrada para un regulador, que está previsto para el ajuste, especialmente cíclico, de un ángulo de la al menos una pala de rotor regulable en el ángulo. De esta manera, según la invención, una señal de la corriente del accionamiento azimutal sirve como entrada de un regulador de paso.

10 Con preferencia, 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 la regulación especialmente cíclica de un ángulo de la al menos una pala de rotor regulable en el ángulo.

15 La invención es especialmente adecuada para la regulación del ángulo azimutal de la sala de máquinas, puesto que especialmente allí los motores eléctricos utilizados están expuestos a cargas extremadamente altas, por ejemplo con vientos turbulentos. En efecto, los vientos turbulentos en los motores que son necesarios para la regulación del ángulo de la pala, no conducen necesariamente a fuerzas mayores, sino más bien a una carga duradera de los motores de regulación del ángulo de la pala. En cambio, las fuerzas, que actúan sobre los motores con vientos turbulentos, que deben regular el ángulo azimutal de la sala de máquinas, son extremadamente mucho más altas. Precisamente en estos motores es especialmente adecuada la invención, puesto que a través de la invención pueden encontrar aplicación motores de estructura claramente más pequeña, dado que a través de la invención se reduce claramente la carga al mínimo.

25 A continuación se describe la invención sin limitación de la idea general de la invención con la ayuda de ejemplos de realización con referencia a los dibujos, remitiendo expresamente a los dibujos con respecto a todos los detalles de la invención no explicados en particular.

La figura 1 muestra una representación esquemática de una turbina eléctrica habitual.

30 La figura 2 muestra una representación esquemática tridimensional de un sistema de seguimiento del ángulo azimutal.

La figura 3 muestra una representación esquemática de una parte de una turbina eólica.

35 La figura 4 muestra una representación esquemática de una serie de curvas del ángulo de la pala de tres palas de rotor sobre el tiempo.

La figura 5 muestra una curva del par de torsión de la torre que resulta de ellos en kNm sobre el tiempo.

40 La figura 6 muestra una serie de curvas de los ángulos de tres palas de rotor con ajuste cíclico de la pala según la invención, y

La figura 7 muestra una serie de curvas esquemáticas de un par de torsión de la torre en kNm, que resulta de la regulación cíclica de la hoja de la figura 6 en el tiempo.

En las figuras siguientes, los elementos iguales o similares o bien las partes correspondientes están provistos con los mismos números de referencia, de manera que se prescinde de una nueva presentación correspondiente.

50 La figura 1 muestra una representación esquemática de una turbina eólica 10. La turbina eólica 10 presenta un rotor 11 o bien un árbol de rotor 11', en el que están dispuestos normalmente tres palas de rotor 12, 12', sólo dos de las cuales se representan en la figura 1. Las palas de rotor 12, 12' son regulables por su ángulo de la pala. El ángulo de la pala se designa normalmente también como ángulo de paso. A tal fin sirven normalmente motores eléctricos o bien al menos un motor por cada pala de rotor 12, 12', que no se representan, sin embargo, en la figura 1. El motor 14 de la figura 3 podría ser, por ejemplo, un motor de ajuste del ángulo de la pala de este tipo. Por cada pala de rotor 12, 12' pueden estar previstos también dos o más motores eléctricos para la regulación del ángulo de la pala.

La regulación del ángulo de la pala sirve para tomar potencia, que se proporciona a través del viento que actúa sobre la turbina eólica, de manera óptima a través de la pala del rotor. Además, la regulación del ángulo de la pala sirve para reducir la potencia consumida y, por lo tanto, también la carga de la turbina eólica a altas velocidades del viento.

La energía eólica es convertida a través de las palas del rotor 12, 12' en una rotación del rotor 11. A través de una transmisión 24 se acciona un generador 20, que se conduce a través de un cable de potencia 26, que se guía a

través de la torre 19, hacia una conexión eléctrica 27. Allí tiene lugar una transformación en una alta tensión, que se puede alimentar entonces a una red. La torre 19 está fundada sobre un cimiento 28 y lleva en la parte superior la sala de máquinas 15, que presenta los componentes instalados correspondientes. También se puede prever una turbina eólica 10, que no tiene transmisión. Además, está previsto normalmente también un freno del 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 turbina eólica 10.

La sala de máquinas 15 puede seguir la dirección del viento sobre motores eléctricos 13, 13'. Un ejemplo de un seguimiento correspondiente de la dirección del viento de la sala de máquina 15 se representa de forma esquemática tridimensional en la figura 2. En la figura 2 se representa sólo un motor eléctrico 13. En la figura 1 se muestran dos motores eléctricos 13, 13'. En las turbinas eólicas modernas de 2 MW a 5 MW se utilizan hasta ocho motores eléctricos para el seguimiento azimutal de la sala de máquinas o bien el seguimiento de la dirección del viento.

Un seguimiento de la dirección del viento de la sala de máquinas 15 tiene lugar para reducir, por una parte, cargas de la turbina eólica 10 en virtud del ataque inclinado de la corriente del viento y, además, para elevar el rendimiento de energía, puesto que se puede conseguir el rendimiento máximo de energía a partir de un viento predeterminado, cuando la turbina eólica es atacada frontalmente por la corriente del viento. Puesto que aparecen modificaciones de la dirección del viento con relativa frecuencia también durante cortos espacios de tiempo, por ejemplo en el caso de modificaciones de la dirección del viento de hasta 15° durante varios minutos, se integra la modificación de la dirección de viento y sólo en el caso de modificaciones duraderas de la dirección del viento se sigue también el ángulo azimutal de la sala de máquinas. La velocidad de seguimiento está habitualmente en un intervalo de 0,1°/s a 0,5°/s, con preferencia en 0,3°/s. En el caso de fuertes modificaciones de la dirección de viento de hasta 40° o 50°, no se espera varios minutos con el seguimiento, sino que se sigue inmediatamente. En el caso de viento turbulentos, ello puede conducir a cargas muy altas de la turbina eólica y también fuerzas azimutales muy altas actúan sobre la sala de máquina, que pueden conducir a una carga fuerte de los motores eléctricos 13, 13' y de la transmisión 30 de los motores eléctricos 13, 13'.

En la figura 2 se representa, como se ha mencionado, de forma esquemática una representación tridimensional de un sistema de seguimiento del ángulo azimutal de la sala de máquinas 15. Un motor 13 está en conexión operativa a través de una transmisión 30 y un piñón 31 con una corona dentada 33. La transmisión tiene lugar en el intervalo de 1:100 a 1:400, de manera que el piñón 31 gira con un factor de 1:100 a 1:400 de la velocidad de giro con relación al motor. De esta manera se modifica el ángulo azimutal de la sala de máquinas 15 sobre una rotación en el cojinete azimutal.

Para la seguridad de la sala de máquinas 15 contra rotaciones no deseadas a través de fuerzas que actúan sobre la sala de máquinas, está previsto un anillo de frenado 36 con frenos 37. Los frenos 37, que se pueden poner en conexión operativa con el anillo de freno 36, sirven también para evitar oscilaciones durante el ajuste del ángulo azimutal o bien durante el seguimiento de la sala de máquinas.

En el motor 13 está previsto un dispositivo de medición 19, que mide, por ejemplo, el número de revoluciones del motor 13. Un dispositivo de regulación, que se indica en la figura 1, por ejemplo, con 16 y en la figura 3 con 17, puede comparar ahora un número teórico de revoluciones con el número real de revoluciones realmente medido. En el caso de que se exceda una diferencia predeterminable del número de revoluciones, se parte de una carga correspondiente del motor eléctrico, y tiene lugar una reducción según la invención de la carga del motor eléctrico a través de intervenciones de regulación correspondientes, que se han descrito anteriormente. De manera correspondiente, el dispositivo de medición 18 puede servir también para medir la corriente, que fluye en el motor o conduce hacia el motor. Si se excede un valor de la corriente medido predeterminable, se parte de que se ha alcanzado un límite de carga, de manera que tiene lugar una intervención de regulación, que conduce a la reducción de la carga del motor eléctrico. Alternativa o adicionalmente se podría medir también una temperatura del motor y realizar una intervención de regulación cuando se alcanza una temperatura predeterminable.

El dispositivo de medición 18' puede servir, por ejemplo, para determinar el número de revoluciones del piñón 31. De manera correspondiente se puede formar también aquí una diferencia entre un valor teórico del número de revoluciones y un valor real y en el caso de una diferencia correspondiente, se puede partir de que se ha alcanzado un primer límite de carga o un segundo límite de carga del motor eléctrico. Por último, también es posible determinar con los dispositivos de medición 18 y 18', por ejemplo, el par de torsión del motor 13 o bien del piñón 31 y cuando se excede un par de torsión correspondiente, el dispositivo de regulación reducirá entonces de manera correspondiente la carga del motor eléctrico 13 a través de intervenciones correspondientes, que se han descrito anteriormente.

Con las medidas mencionadas es posible diseñar los motores eléctricos 13, 13', 14, que se utilizan para el movimiento de partes móviles de una turbina eólica, y especialmente los accionamientos azimutales más pequeños que lo que era posible hasta ahora. De manera correspondiente, se pueden accionar turbinas eléctricas ya construidas con la invención en zonas de viento más difícil, por ejemplo con ráfagas de viento fuertes y vientos

turbulentos.

La figura 3 muestra una representación esquemática de una parte de una turbina eólica de un sistema de suministro de energía según la invención, siendo girada en este ejemplo una pala de rotor 12 sobre una corona dentada 34 y un piñón 32 correspondiente en su ángulo de pala de rotor. En el ángulo de la pala del rotor se trata de un ángulo de giro alrededor de un eje longitudinal de la pala del rotor.

También en este ejemplo de realización según la figura 3 se representan un dispositivo de medición 18 y un dispositivo de medición 18', donde el dispositivo de medición 18 mide, por ejemplo, un valor de la corriente en el motor 14 y conduce este valor al dispositivo de regulación 17. El dispositivo de regulación 17 puede desconectar el motor 14 de manera correspondiente, en particular regulando.

No sólo en este ejemplo de realización según figura 3, en previsión de un dispositivo de medición 18, que mide un valor de la corriente en el motor o un valor de la corriente que se alimenta al motor, donde el motor es el motor que regula el ángulo de la pala o, en cambio, también es el motor que regula el ángulo azimutal, los valores medidos se pueden procesar en el dispositivo de regulación de tal manera que éstos son comparados con una curva característica. Los valores de la corriente pueden integrarse, por ejemplo, en el dispositivo de regulación 16, 17 sobre el tiempo, pudiendo ser diferente la duración de tiempo en función de la altura de la corriente, de manera que se reproduce una curva característica, que corresponde a una curva característica de un conmutador de protección del motor, pero está por debajo de ella. De esta manera se puede impedir entonces muy eficientemente el disparo del conmutador de protección del motor.

De acuerdo con la invención se puede reducir también el par de torsión, que se genera por el generador 20, para reducir la carga del motor 14. Si debería producirse una desconexión del motor, por ejemplo, a través de un circuito de protección del motor 21, se alimenta una señal correspondiente al dispositivo de regulación 17 y se pone la turbina eólica entonces, por ejemplo, fuera de servicio. Para el caso de que en la parte móvil accionada por el motor 14 no se trate, como en la figura 3, de una pala de rotor 12, sino de la sala de máquinas 15 puede tener sentido que el dispositivo de regulación 17 no pare la turbina eólica, sino que la mantenga en adelante en funcionamiento para esperar a que la temperatura de funcionamiento del motor 14 se baje de nuevo, para que o bien se conecte de nuevo el circuito de protección del motor 21 a través de un dispositivo de conexión 22, que se puede activar a través del dispositivo de regulación 17, y se ponga en funcionamiento de nuevo el motor 14 o, en cambio, el dispositivo de regulación 17 reciba a distancia una señal correspondiente, con la que se conecta de nuevo el circuito de protección del motor 21. El acceso remoto se indica por medio de la flecha 41.

El circuito de protección del motor 21 puede estar configurado también de tal forma que éste se conecta automáticamente después de la refrigeración y se pone en servicio el motor 14 cuando se aplica una señal correspondiente para un funcionamiento del motor 14 desde el dispositivo de regulación 17. El dispositivo de regulación 17 puede emitir también durante la desconexión del motor 14 de manera duradera una instrucción de regulación o bien de control al motor 14, de que éste debe ejecutar un movimiento. No obstante, también puede ser que ya después de la reconexión del circuito de protección del motor 21 se emita una señal correspondiente al dispositivo de regulación 17, que emite a continuación entonces una solicitud de movimiento del motor 14, cuando debe modificarse, por ejemplo, el ángulo de la pala o, en cambio, debe realizarse un seguimiento azimutal de la sala de máquinas 15.

Adicionalmente se representa en la figura 3 todavía una variante opcional, en la que está prevista una instalación de mando 42 separada de la turbina eólica. A este respecto se remite especialmente al documento DE 10 2006 034 251 A1, que se incorpora en su integridad. Especialmente el ejemplo de realización, que se describe en la figura 2 de la solicitud de patente mencionada anteriormente y la descripción correspondiente de las figuras se incorpora en su integridad en esta solicitud de patente.

En la figura 3 está prevista ahora opcionalmente una instalación de desconexión de seguridad 43, que está conectada con el conmutador de protección del motor 21. Tan pronto como se dispara el conmutador de protección del motor 21, puede estar previsto que el dispositivo de desconexión de seguridad 43 prevea la desconexión de seguridad de la turbina eólica. De manera correspondiente, se emite una señal de desconexión de seguridad desde la instalación de desconexión de seguridad 43 a la instalación de mando 42. Cuando se conecta de nuevo la turbina eólica, se anula una señal de bloqueo correspondiente en la instalación de desconexión de seguridad 43, por ejemplo, desde la instalación de mando 42. La anulación de la señal de bloqueo se transmite, por ejemplo, entonces al dispositivo de regulación 17 y al dispositivo de conexión 22. También el generador 20 está conectado con la instalación de desconexión de seguridad 43, cuando, por ejemplo, aparece allí un proceso relevante para la seguridad, que requiere una desconexión de seguridad. En este caso, se transmite una señal correspondiente a la instalación de desconexión de seguridad 43. La instalación de desconexión de seguridad 43 se representa aquí sólo esquemáticamente. Se trata en sí de una cadena de hardware o bien cadena de seguridad de conmutadores conectados en serie (ver a este respecto la figura 3 del documento DE 10 2006 034 251 A1 y la descripción correspondiente). Tan pronto como se dispara o se abre un conmutador, se genera una señal, que conduce a la

desconexión de seguridad de la turbina eólica.

De acuerdo con la invención, está previsto que no existe una conexión entre el conmutador de protección del motor 21 y la instalación de desconexión de seguridad 43, de manera que un disparo del conmutador de protección del motor 21 no conduce necesariamente a una desconexión de seguridad de la turbina eólica. En este caso, el dispositivo de regulación 17 o bien un operador, que supervisa en la instalación de mando 42 la turbina eólica, puede decidir si es necesaria una desconexión de seguridad.

La figura 4 muestra en un diagrama la curva de los ángulos de tres palas de rotor sobre el tiempo en segundos. Éstos se representan con curvas 51, 52 y 53 representadas diferentes. En este caso, se realiza colectivamente una regulación de la pala. Las diferencias constantes del ángulo de ataque correspondientes se pueden entender como tolerancias de fabricación, que han sido consideradas en la simulación. Se representa el ángulo respectivo en grados sobre el tiempo en segundos.

La figura 5 muestra a este respecto (figura 4) la serie de curvas del par de torsión de la torre en kNm sobre el tiempo. Se puede reconocer que a través de la regulación colectiva de las palas del rotor se producen cargas elevadas de la turbina eólica.

En cambio, en la figura 6 se realiza una regulación cíclica de las palas del rotor, en la que la corriente medida de los motores de los accionamientos del seguimiento de la góndola, es decir, de los accionamiento azimutales, sirve como variable de entrada para el o los regulares para la regulación de la pala. En particular, tiene lugar una regulación regulada y cíclica de la pala. En este caso, la corriente medida puede encontrar aplicación en un motor o la suma de las corrientes medidas de varios motores o un valor medio de las corrientes medidas. El valor medio se puede formar también a partir de corrientes medidas ponderadas para evaluar, por ejemplo, más alta una carga más elevada de un motor. A través de la utilización de la corriente de al menos un motor para el seguimiento de la góndola, por ejemplo, en el caso de direcciones variables del viento, se reduce claramente la carga de la turbina eólica, como se muestra en la figura 7.

En la figura 7 se representa también el par de torsión de la torre, especialmente el par de torsión de la cabeza de la torre en kNm sobre el tiempo. Hay que reconocer que éste se reduce claramente. En comparación con la carga extrema de la figura 5 de 3450 kNm, la carga máxima en la figura 7 es sólo todavía aproximadamente 1900 kNm. La evaluación exacta da como resultado una reducción de la carga máxima del 38 %. Las cargas de resistencia del funcionamiento se redujeron un 6 %, lo que es un valor considerable en el campote las turbinas eólicas. Esto se puede reconocer ópticamente en que la carga de la figura 7 es esencialmente más simétrica y con oscilaciones más reducidas con respecto al eje-X se extiende como en la figura 5.

A través de la utilización de la corriente en los motores como variable de entrada para el regulador se utiliza un valor de entrada, que es muy fácil de detectar y de medir. Con preferencia, se utiliza la diferencia de la corriente medida con respecto a una corriente máxima predeterminable como variable de entrada. Con preferencia, la regulación cíclica de la pala para el apoyo del accionamiento azimutal sólo de conecta o bien se utiliza cuando una variable de medición predeterminable de una carga de accionamiento excede otro valor límite predeterminable. De esta manera, se reduce al mínimo la reducción del rendimiento de energía a través del paso cíclico, por ejemplo por debajo de la velocidad nominal del viento. Con este procedimiento se regula y/o se limita como resultado la corriente de los accionamientos azimutales a través del paso cíclico.

Todas las características mencionadas, también las características que se pueden deducir sólo de los dibujos así como también características individuales que se publican con otras características, se consideran individualmente y en combinación como esenciales de la invención. Las formas de realización de la invención se pueden cumplir a través de características individuales o una combinación de varias características.

Lista de signos de referencia

10	Turbina eólica
11	Rotor
11'	Árbol de rotor
12, 12'	Pala de rotor
13, 13'	Motor
14	Motor
15	Sala de máquinas
16	Dispositivo de regulación
17	Dispositivo de regulación
18, 18'	Dispositivo de medición
19	Torre
20	Generador
21	Circuito de protección del motor

	22	Dispositivo de conexión
	23	Cubo del rotor
	24	Transmisión
	25	Freno del rotor
5	26	Cable de potencia
	27	Conexión eléctrica
	28	Cimiento
	30	Transmisión
	31	Piñón
10	32	Piñón
	33	Corona dentada
	34	Corona dentada
	35	Cojinete azimutal
	36	Anillo de freno
15	37	Freno
	41	Acceso remoto
	42	Instalación de mando
	43	Instalación de desconexión de seguridad
	51	Curva del ángulo de la 1ª pala del rotor
20	52	Curva del ángulo de la 2ª pala del rotor
	53	Curva del ángulo de la 3ª pala del rotor
	54	Par de torsión de la torre [kNm]

REIVINDICACIONES

- 1.- Sistema de alimentación de energía con una turbina eólica (10) con un rotor (11) y al menos una pala de rotor (12, 12') regulable en el ángulo y un motor eléctrico (13, 14), especialmente un motor asíncrono, para el movimiento de una parte móvil (12, 15) de la turbina eólica (10), en el que la turbina eólica (10) presenta, además, un dispositivo de regulación (16, 17), caracterizado por que un conmutador de protección del motor (21) del motor eléctrico (13, 14) está dispuesto fuera de una instalación de desconexión de seguridad (43) de la turbina eólica (10), en el que un disparo del conmutador de protección del motor (21) genera una señal, que se emite al dispositivo de regulación (16, 17), en el que el dispositivo de regulación (16, 17) está configurado para determinar si es necesaria una desconexión de seguridad de la turbina eólica (10).
- 2.- Sistema de alimentación de energía según la reivindicación 1, caracterizado por que el motor eléctrico (13, 14) se desconecta se pone en funcionamiento de nuevo después de que ha transcurrido un tiempo predeterminable o si no se alcanza una temperatura predeterminable, a través del dispositivo de regulación (16, 17) o a distancia a través de la instalación de mando (42) separada de la turbina eólica 10.
- 3.- Sistema de alimentación de energía según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que está previsto un dispositivo (22) para la puesta en funcionamiento de nuevo, especialmente automática, del motor eléctrico (13, 14) para poner en funcionamiento de nuevo el motor (13, 14) después del disparo del conmutador de protección del motor (21).
- 4.- Sistema de alimentación de energía según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la parte móvil (12, 15) es una sala de máquinas (15) de la turbina eólica (10), que está dispuesta sobre una torre (19) y cuyo ángulo azimutal es variable a través del motor eléctrico (13) y/o por que la parte móvil (12, 15) es al menos una pala de rotor 12 regulable en el ángulo y el movimiento, que se provoca a través del motor eléctrico (14), es una regulación en el ángulo del ángulo de la pala, en el que especialmente para la reducción de la carga del motor eléctrico (13, 14) se realiza una modificación especialmente periódica del ángulo de la al menos una pala de rotor (12) y/o de otra pala del rotor (12'), que provoca una fuerza sobre la parte móvil (12, 15) en una dirección predeterminable del movimiento, en el que se provoca especialmente una reducción de la potencia de la turbina eólica (10) a través de la reducción de un momento de un generador (20).
- 5.- Sistema de alimentación de energía según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que está previsto un dispositivo de medición (18), que es un dispositivo de medición del número de revoluciones del motor eléctrico (13, 14), un dispositivo de medición de la corriente para la corriente, que fluye en el o al motor eléctrico (13, 14), y/o un dispositivo de medición del par de torsión para la medición del momento, que actúa sobre el motor eléctrico (13, 14) o bien que el motor eléctrico (13, 14) ejerce sobre la parte móvil (12, 15).
- 6.- Sistema de alimentación de energía según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el al menos un motor eléctrico (13, 14) está previsto para el seguimiento de una góndola sobre una torre de la turbina eólica (10), en el que una corriente, que fluye al menos a un motor eléctrico (13, 14), está prevista como señal de entrada para un regulador, que está previsto para la regulación, especialmente cíclica, de un ángulo de la al menos una pala de rotor (12, 12') regulable en el ángulo.
- 7.- Sistema de alimentación de energía según la reivindicación 6, caracterizado por que la corriente es la suma de las corrientes, que fluyen en varios motores eléctricos (13, 14), que sirven para el seguimiento de la góndola.
- 8.- Procedimiento para el funcionamiento de una turbina eólica (10) con un rotor (11) y al menos una pala de rotor (12, 12') regulable en el ángulo y un motor eléctrico (13, 14), especialmente un motor asíncrono y con un dispositivo de regulación (16, 17), caracterizado por que el motor eléctrico (13, 14) presenta un conmutador de protección del motor (21), que está dispuesto fuera de una instalación de desconexión de seguridad (43) de la turbina eólica (10), en el que durante el disparo del conmutador de protección del motor (21) se genera una señal, que se emite a un dispositivo de regulación (16, 17), en el que el dispositivo de regulación (16, 17) determina si es necesaria la desconexión de seguridad de la turbina eólica (10).
- 9.- Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que el motor eléctrico (13, 14) se pone en funcionamiento de nuevo después de que ha transcurrido un tiempo predeterminado o si no se alcanza una temperatura predeterminable automáticamente a través del dispositivo de regulación (16, 17) o a distancia a través de la instalación de mando (42) separada de la turbina eólica (10).
- 10.- Procedimiento según la reivindicación 8 ó 9, caracterizado por que se realizar las siguientes etapas:
 - Mover una parte móvil (12, 15) de la turbina eólica (10) con el motor eléctrico (13, 14),
 - Medir la carga del motor eléctrico (13, 14) y
 - Reducir la carga del motor eléctrico (13, 14) cuando se ha excedido un primer límite de carga

predeterminable, siendo realizada la reducción de la carga a través de una reducción del número de revoluciones del rotor (11), a través de una modificación del ángulo de la al menos una pala de rotor (12) regulable en el ángulo y/o a través de una reducción de la potencia de la turbina eólica (10).

- 5 11.- Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado por que antes de la reducción de la carga del motor eléctrico (13, 14), separa el motor eléctrico (13, 14) en el caso de que se exceda un tercer límite predeterminable de la carga durante un tiempo predeterminable, siendo realizadas a continuación las etapas del movimiento de la parte móvil (12, 15) con el motor eléctrico (13, 14), la medición de la carga del motor eléctrico (13, 14) y la reducción de la carga del motor eléctrico (13, 14), cuando se ha excedido el primer límite de la carga predeterminable, regulando
10 especialmente la carga del motor eléctrico (13, 14) a un valor por debajo del primer límite de la carga predeterminable.
- 12.- Procedimiento según la reivindicación 10 u 11, caracterizado por que la parte móvil (12, 15) es una sala de máquinas (15) de la turbina eólica (10), que está dispuesta sobre una torre (19) y cuyo ángulo azimutal se modifica a
15 través del motor eléctrico (13), y/o por que la parte móvil (12, 15) es la al menos una pala de rotor regulable en el ángulo (12, 12') y por que el motor eléctrico (14) regula el ángulo de la pala, en el que especialmente para la reducción de la carga del motor eléctrico (13, 14) se realiza una modificación, especialmente periódica, del ángulo de la al menos una pala de rotor (12) y/o de otra pala del rotor (12'), que genera una fuerza sobre la parte móvil (12, 15) en la dirección del movimiento provocado por el motor eléctrico (13, 14).
20
- 13.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado por que la carga se determina a través de una medición del número de revoluciones del motor eléctrico (13, 14), de la corriente que fluye en o al motor eléctrico (13, 14) y/o del momento, que actúa sobre el motor eléctrico (13, 14) o que el motor eléctrico (13, 14) ejerce sobre la parte móvil (12, 15).
25
- 14.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 13, caracterizado por que el primer límite predeterminable de la carga es una curva característica de valores de la carga, que está por debajo de la curva característica de disparo de un conmutador de protección del motor (21) del motor eléctrico (13, 14), en el que especialmente cuando se consigue el primer límite de la carga o un segundo límite de la carga, que está especialmente por encima del
30 primer límite de la carga, se interrumpe el movimiento de la parte móvil (12, 15) a través del motor (13, 14) durante un tiempo predeterminable, siendo puesto en funcionamiento de nuevo el motor (13, 14), para el caso del disparo del conmutador de protección del motor (21), especialmente de forma automática, de acuerdo con un criterio predeterminable.

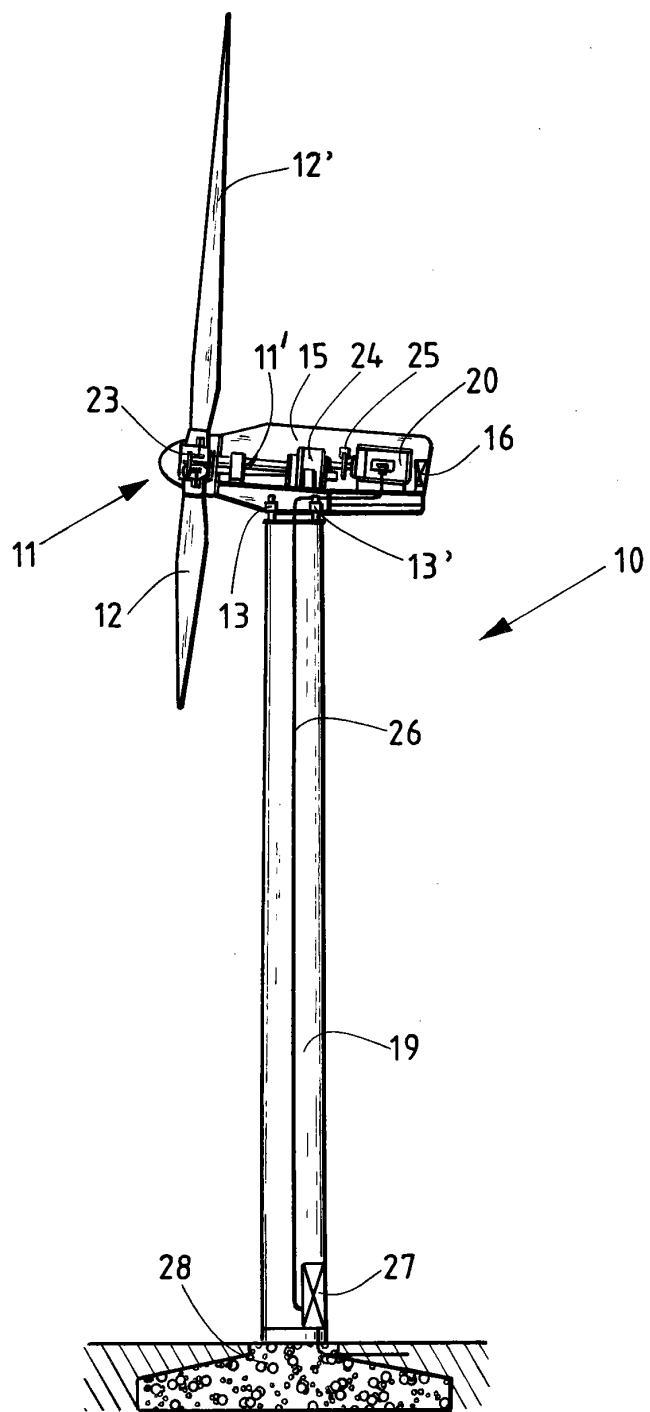


Fig. 1

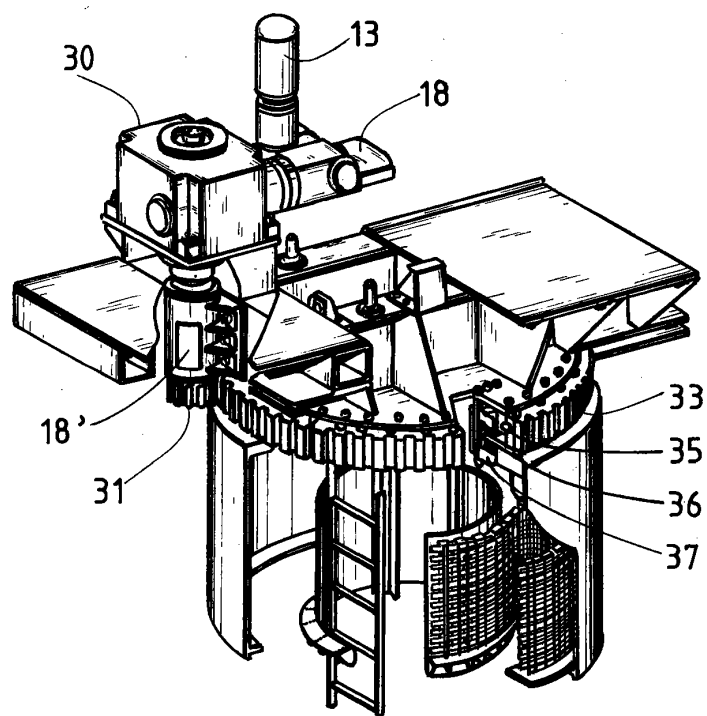


Fig. 2

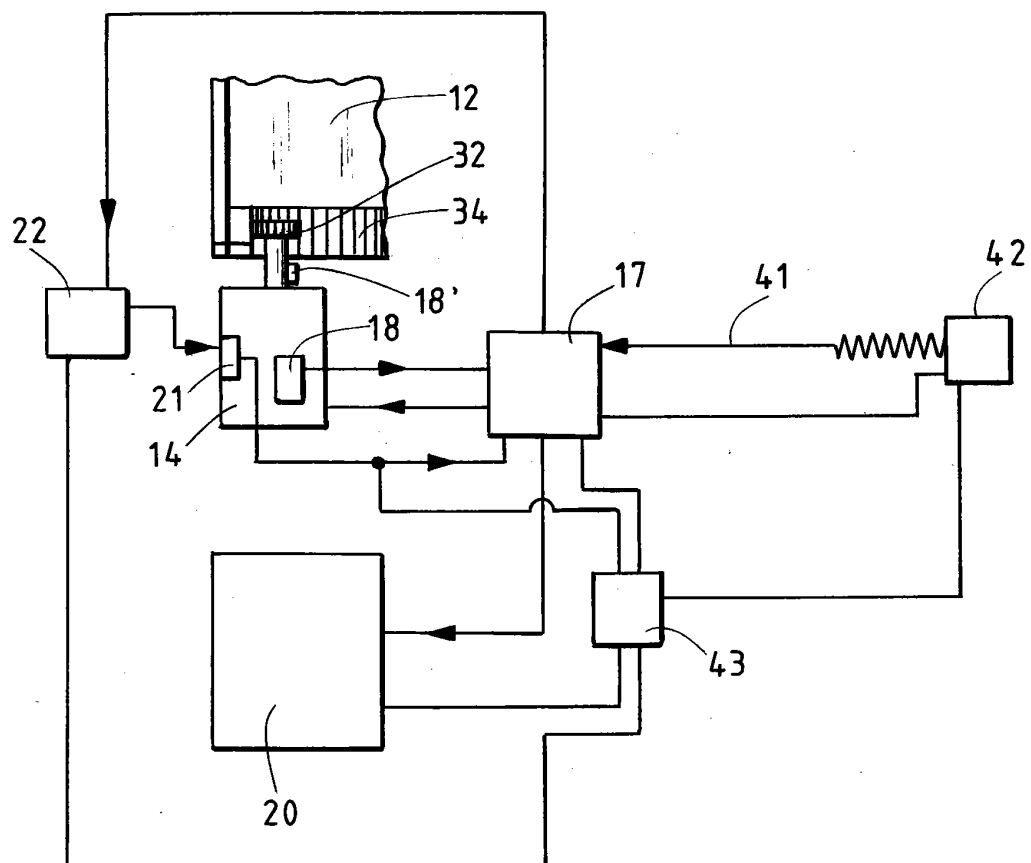


Fig. 3

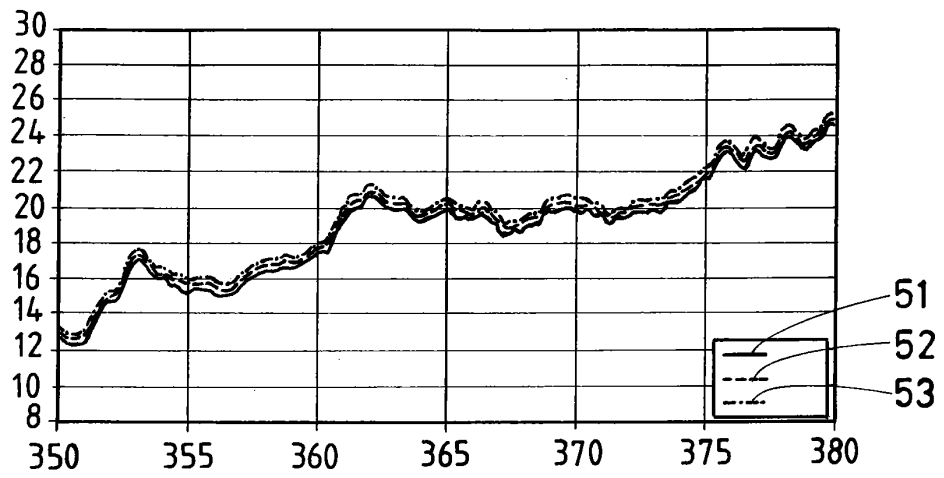


Fig. 4

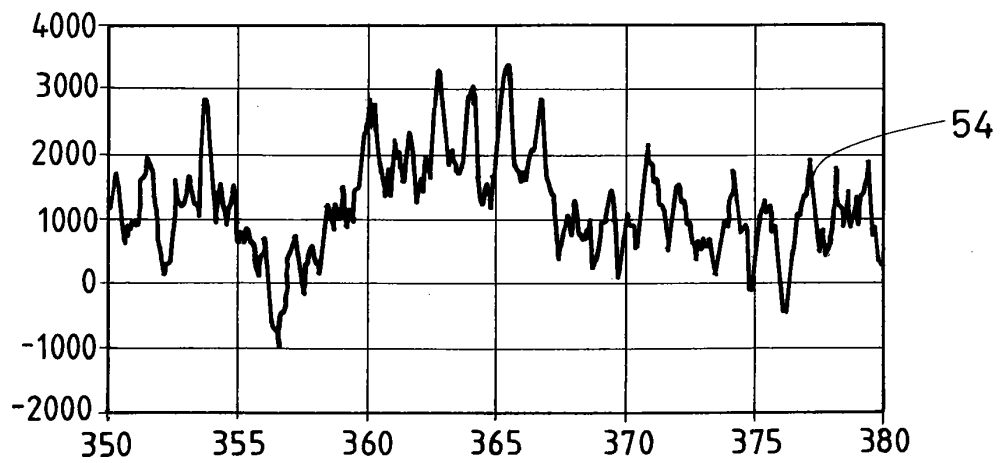


Fig. 5

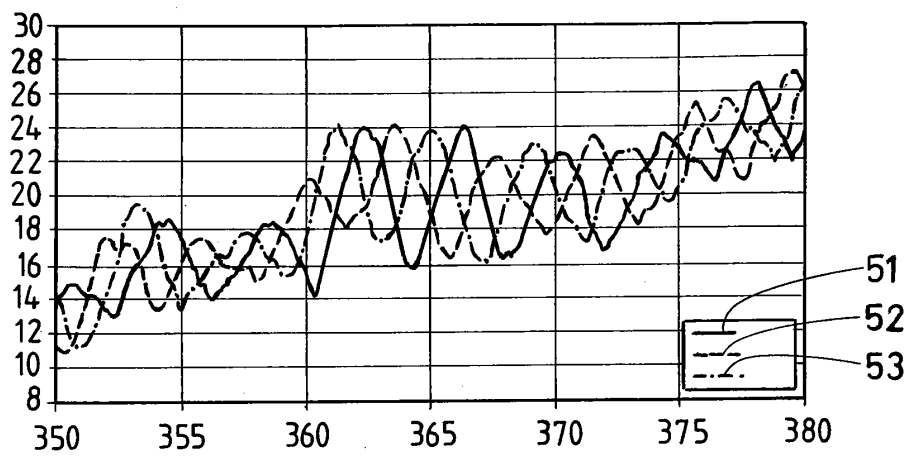


Fig. 6

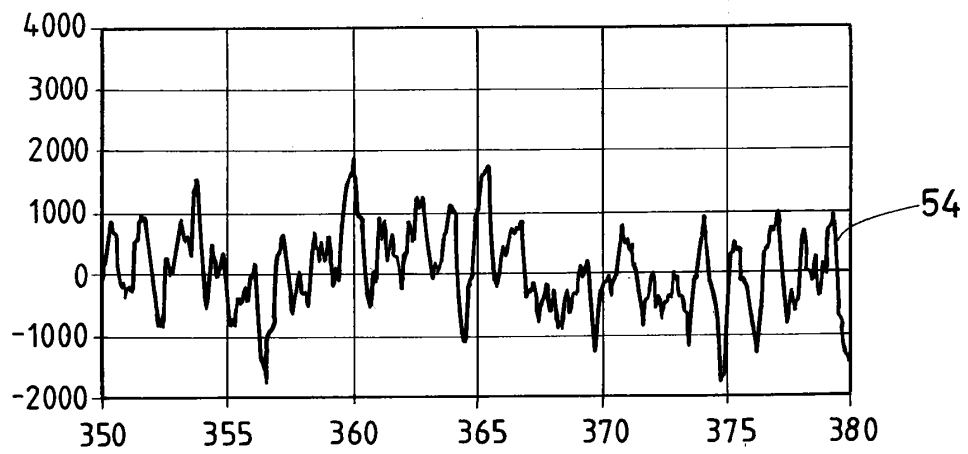


Fig. 7