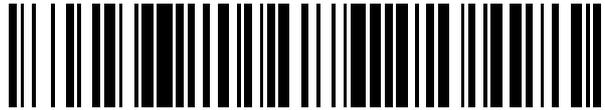


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 542 105**

51 Int. Cl.:

**F03D 7/02** (2006.01)

**F03D 11/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.04.2012 E 12717087 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2015 EP 2697508**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para determinar una posición de pala y para finalizar un desplazamiento de seguridad**

30 Prioridad:

**14.04.2011 DE 102011007440**

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

**30.07.2015**

73 Titular/es:

**SUZLON ENERGY GMBH (100.0%)  
Kurt-Dunkelmann-Str. 5  
18057 Rostock, DE**

72 Inventor/es:

**IBENDORF, INGO y  
VILBRANDT, REINHARD**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 542 105 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**

Dispositivo y procedimiento para determinar una posición de pala y para finalizar un desplazamiento de seguridad

5 La invención se refiere a un dispositivo de ajuste para una pala de rotor de un rotor de una turbina eólica. El rotor comprende un cubo, una pala de rotor, un cojinete que se puede montar entre la pala de rotor y el cubo y el dispositivo de ajuste. El cojinete comprende un anillo interior y un anillo exterior que están dispuestos de manera giratoria uno con respecto al otro. Por tanto, la pala de rotor está dispuesta fundamentalmente de modo giratoria  
10 alrededor de su eje longitudinal en el cubo. La pala de rotor se puede ajustar en diferentes posiciones de ataque mediante el dispositivo de ajuste. El dispositivo de ajuste comprende al menos un motor eléctrico de ajuste que mediante un piñón de accionamiento acciona una rueda dentada unida con la pala de rotor, un convertidor que está acoplado con una red eléctrica y que activa el motor de ajuste, y una unidad de control para regular el motor de ajuste. Además, la invención se refiere a un procedimiento para ajustar una pala de rotor de una turbina eólica.

15 Una ventaja de turbinas eólicas con palas de rotor ajustables es que se puede influir en la absorción de potencia o el par de accionamiento del rotor modificando los ángulos de ajuste de pala. Por tanto, en caso de un fallo del funcionamiento se puede activar mediante un dispositivo de ajuste un desplazamiento de seguridad de las palas de rotor, girando las palas de rotor a dicha posición de bandera. La posición de bandera se alcanza cuando la pala de rotor se haya girado saliendo del viento de modo que sólo una superficie de ataque mínima de la pala de rotor queda  
20 expuesta al viento. Por tanto, la energía necesaria para mantener el movimiento de giro del rotor ya no se puede absorber, por lo que la turbina eólica se para o al menos se frena.

Para vigilar el dispositivo de ajuste y el proceso de ajuste de pala, turbinas eólicas conocidas comprenden una pluralidad de transmisores, por ejemplo, un transmisor vigila la posición del motor de ajuste y otro transmisor vigila la  
25 posición de la corona dentada en el lado de la pala. A éstos se pueden añadir conmutadores de posición final que delimitan el intervalo de ajuste de pala. Debido a su alta precisión, conmutadores de posición final de este tipo están configurados en la mayoría de los casos como caja de engranaje en la que están alojados un engranaje y un conmutador en una carcasa común. Por ejemplo, el giro de la pala de rotor se introduce en el engranaje mediante un piñón que está engranado con la corona dentada en el lado de la pala de rotor. Tras una revolución previamente  
30 determinada, el conmutador se acciona por un disco de levas unido con el engranaje. Sin embargo, en la caja de engranaje resulta desventajoso el precio elevado.

Una turbina eólica con un dispositivo de ajuste de este tipo es conocida ampliamente por el estado de la técnica. Por ejemplo, el documento EP 2 058 513 A2 da a conocer una turbina eólica con un dispositivo de ajuste para variar los  
35 ángulos de ataque de las palas de rotor. A este respecto, el dispositivo de ajuste tiene un motor eléctrico de ajuste que está acoplado mediante un convertidor con una red eléctrica. El motor eléctrico de ajuste transmite su par de giro mediante un piñón de accionamiento a una rueda dentada unida con la pala de rotor. El dispositivo de ajuste comprende también una unidad de control para regular un proceso de ajuste de pala y dos conmutadores de posición final para vigilar el proceso de ajuste de pala, debiendo detectar el primer conmutador de posición final un  
40 giro de la pala de rotor más allá de la posición de bandera. Si se desencadena el primer conmutador de posición final, la pala de rotor se frena mecánicamente mediante un freno del dispositivo de ajuste. El segundo conmutador de posición final se desencadena cuando el proceso de ajuste no se para por delante del segundo conmutador de posición final a pesar de un frenado, e informa de un error en el sistema de frenado en una dirección de operación cuando se desencadena. A continuación, la dirección de operación solicita un servicio de la turbina eólica. Un  
45 inconveniente de la turbina eólica conocida es, por ejemplo, que en caso de un fallo del primer conmutador de posición final no se realice una parada de emergencia.

Por tanto, un objetivo de la invención es indicar un dispositivo de ajuste mejorado que, entre otras cosas, evite los inconvenientes del estado de la técnica. En particular, a este respecto se debe indicar un dispositivo de ajuste para  
50 una pala de rotor de una turbina eólica que tenga un dispositivo para determinar un ángulo de ataque y para finalizar un desplazamiento de seguridad de la pala de rotor.

El objetivo se consigue de acuerdo con la invención con las características de la reivindicación principal 1 por que el dispositivo de ajuste tiene un motor de ajuste, un convertidor, una unidad de control y un dispositivo para determinar  
55 una posición de pala. El dispositivo para determinar la posición de pala comprende a este respecto medios para generar una señal que depende de la posición de ataque de la pala de rotor y una unidad de evaluación para comparar la señal o un derivado de la señal. Por ejemplo, la señal que depende de la posición de ataque puede ser una velocidad, una aceleración o una posición absoluta. Los medios para generar la señal que depende de la posición de ataque de la pala de rotor pueden estar configurados, entre otras cosas, como transmisores absolutos  
60 que son un transmisor de giro de vuelta única o un transmisor de giro de vueltas múltiples en función del intervalo de ajuste de pala, como resolvedores, como transmisores de potenciómetro o como transmisores incrementales. De manera ventajosa, se usa para ello uno de los transmisores ya existentes para vigilar el dispositivo de ajuste. Preferiblemente también se usan varios de los transmisores existentes como medio, por lo que se puede realizar un control de plausibilidad de las señales emitidas por una unidad de control. En caso de un fallo de un transmisor, la  
65 unidad de control puede conmutar a la señal del otro transmisor, con lo que se mantiene la función del dispositivo de ajuste.

En una forma de realización adicional, la generación de la señal que depende de la posición de ataque de la pala de rotor se puede realizar directamente en el convertidor. En este caso, la señal que depende de la posición de ataque de la pala de rotor es el desarrollo de corriente y/o tensión. Por ejemplo, mediante un análisis de campo vectorial se puede calcular a partir del desarrollo de corriente y/o tensión la revolución y, por tanto, la posición del motor de ajuste en la unidad de evaluación.

La unidad de evaluación tiene al menos una entrada de señal para recibir una señal que depende de la posición de ataque. La señal se puede producir de forma directa por el medio o de forma indirecta mediante la unidad de control del convertidor. En la unidad de evaluación se analiza y se procesa la señal, siempre que no se haya emitido ya como posición angular absoluta por el medio. El procesamiento de señal puede consistir, por ejemplo, en que la señal se compara por un transmisor incremental con un valor de referencia de un transmisor adicional y, por tanto, se determina la posición absoluta del rotor. La unidad de evaluación está integrada normalmente en la unidad de control, aunque, por motivos de reequipamiento, también puede estar configurada como módulo independiente que está conectado con la unidad de control mediante una entrada de señal y una salida de señal. En la unidad de evaluación también se realiza el análisis vectorial de la corriente alimentada al motor de ajuste.

A continuación, la señal del medio o el derivado de la señal procesado por la unidad de evaluación se compara con valores umbral almacenados en una memoria de la unidad de control. Al alcanzar un primer valor umbral, la unidad de evaluación envía una señal a la unidad de control para finalizar el proceso de ajuste de pala. A continuación, la unidad de control apaga la corriente de control y/o la tensión de control del convertidor al motor de ajuste y se finaliza el proceso de ajuste.

En particular, la invención está caracterizada por que el primer dispositivo de acuerdo con la invención para determinar una posición de pala no comprende conmutadores mecánicos de final de posición en los que se acciona un conmutador por un dispositivo de accionamiento, por ejemplo, cajas de engranaje o microconmutadores. Esto sólo es válido para el primer dispositivo y, evidentemente, no es válido para el dispositivo de parada de emergencia descrito a continuación.

Para asegurar que la pala de rotor no puede girar demasiado en caso de un desplazamiento de seguridad, por ejemplo, en caso de un defecto en el primer dispositivo para determinar la posición de pala, en un ejemplo de realización adicional, el dispositivo de ajuste comprende un dispositivo de parada de emergencia para vigilar una posición de ataque de la pala de rotor.

Igual que el primer dispositivo, el dispositivo de parada de emergencia comprende medios para generar una señal que depende de la posición de ataque de la pala de rotor y una unidad de evaluación para comparar la señal o un derivado de la señal. Los medios y la unidad de evaluación del segundo dispositivo pueden ser los mismos que aquéllos del primer dispositivo, aunque el dispositivo de parada de emergencia también puede tener medios independientes o una unidad de evaluación independiente. Para conseguir una redundancia necesaria, de manera ventajosa, el dispositivo de parada de emergencia tiene medios independientes para generar una señal que depende de la posición de ataque y una unidad de evaluación independiente. A este respecto, los medios para generar la señal pueden ser del mismo tipo que los medios del primer dispositivo. La señal de los medios se analiza y se procesa en la segunda unidad de evaluación, siempre que no se haya emitido ya como posición angular absoluta por el medio. A continuación, la señal generada por los medios o el derivado de la señal procesado por la unidad de evaluación se compara con los valores umbral almacenados en la memoria de la unidad de control. Al alcanzar un segundo valor umbral, la unidad de control desconecta el dispositivo de ajuste de la alimentación de corriente y/o tensión.

En un ejemplo de realización adicional, el dispositivo de parada de emergencia para determinar una posición de pala puede estar configurado como conmutador mecánico de posición final, a diferencia del primer dispositivo. A este respecto, el conmutador mecánico puede estar dispuesto en el cubo del rotor y se puede accionar por un medio de accionamiento dispuesto sobre la pala de rotor al alcanzarse la posición de apagado deseada. Al accionar el conmutador se envía una señal de conmutación a la unidad de control y la unidad de control desconecta el dispositivo de ajuste de la alimentación de corriente y/o tensión. Para poder volver a poner en funcionamiento la turbina eólica tras una desconexión del dispositivo de ajuste de la alimentación de tensión, el dispositivo de ajuste se tiene que revisar y restablecer por un técnico de servicio. Por tanto, se evita que la turbina eólica se siga operando con un error de sistema.

El primer valor umbral responsable de la finalización del desplazamiento de seguridad puede estar situado en un intervalo entre 85° y 95°. De manera ventajosa, el valor umbral está situado en 90°, lo que corresponde a la posición de bandera de la pala de rotor. El segundo valor umbral que es responsable del apagado de tensión puede estar situado en un intervalo siguiente de entre 95° y 100°. De manera ventajosa, el segundo valor umbral está situado en 95°. En su lugar, en una forma de realización adicional, el intervalo de ajuste de pala se puede delimitar en la dirección de operación. Al almacenar un valor umbral en un intervalo entre 0° y -10° se puede reducir el par de giro de rotor máximo. Por ejemplo, al alcanzarse el valor umbral se puede iniciar un desplazamiento de seguridad de la pala de rotor, moviéndose la pala de rotor desde la región muy cargada en la dirección hacia la posición de bandera. De manera ventajosa, el valor umbral está situado en la dirección de operación en -5°. También se pueden

almacenar varios valores umbral de modo que se pueden ajustar un límite superior y un límite inferior del intervalo de ajuste de pala.

Con el dispositivo de acuerdo con la invención para determinar una posición de ataque de la pala de rotor también resulta la ventaja de que se pueden implementar de manera sencilla funciones adicionales. Entre otras cosas, los valores umbral almacenados se pueden modificar rápidamente para fines de prueba, en caso de una puesta en funcionamiento o en caso de un servicio de la turbina eólica, por ejemplo, los valores umbral se podrían omitir para finalizar el proceso de ajuste de pala o para desconectar la alimentación de tensión de modo que se pueden ajustar ángulos de pala más grandes y el rotor también se puede operar de manera inversa.

El motor de ajuste se acopla mediante el convertidor a la red eléctrica y puede estar diseñado como motor de corriente continua o como motor de corriente alterna. Mediante la unidad de control del convertidor se puede variar la corriente de control alimentada por el convertidor al motor de ajuste y, por tanto, se puede adaptar la velocidad del motor de ajuste. En una forma de realización, el motor de ajuste está dispuesto en el cubo y acciona una corona dentada interior del cojinete unida con la pala de rotor mediante un piñón de accionamiento dispuesto sobre un árbol de salida del motor de ajuste. En una forma de realización adicional, el motor de ajuste está dispuesto en la pala de rotor y acciona mediante el piñón de accionamiento una corona dentada unida con el cubo.

Por ejemplo, un desplazamiento de seguridad de las palas de rotor se puede iniciar por que un transmisor en la turbina eólica informa de un fallo de funcionamiento a la unidad de control del dispositivo de ajuste. A continuación, la unidad de control inicia un proceso de ajuste de pala en la dirección hacia la posición de bandera mediante el convertidor. Durante el proceso de ajuste de pala, los medios generan una señal que depende de la posición de ataque de la pala de rotor que se retransmite en la unidad de evaluación. En la unidad de evaluación, la señal se procesa y se compara con un valor umbral almacenado. Al alcanzar un primer valor umbral se transmite una señal a la unidad de control del convertidor y la unidad de control finaliza el proceso de ajuste de pala.

En una forma de realización adicional, durante el proceso de ajuste de pala se genera una señal adicional que depende de la posición de ataque de la pala de rotor por un medio independiente. Esta señal se retransmite en una unidad de evaluación independiente en la que la señal se procesa y se compara con un valor umbral almacenado. En caso de pasar por el primer valor umbral sin finalizar el proceso de ajuste de pala, al alcanzarse un segundo valor umbral se envía una señal a la unidad de control y la unidad de control desconecta el dispositivo de ajuste de la alimentación de tensión.

Detalles adicionales de la invención resultan de los dibujos mediante la descripción.

En las figuras muestran

- La figura 1 una turbina eólica,
- La figura 2 un cubo con un dispositivo de ajuste conocido por el estado de la técnica y el dispositivo de acuerdo con la invención para determinar una posición de ataque de la pala de rotor,
- La figura 3 un dispositivo de ajuste con un primer dispositivo para determinar una posición de ataque de la pala de rotor,
- La figura 4 un dispositivo de ajuste con unos dispositivos primero y segundo para determinar una posición de ataque de la pala de rotor,
- La figura 5 un dispositivo de ajuste con unos dispositivos primero y segundo para determinar una posición de ataque de la pala de rotor,
- La figura 6 etapas de procesamiento en la unidad de evaluación.

En la figura 1 se representan una turbina eólica 2 con una torre 3, una cabina de máquina montada de manera giratoria sobre la torre 3 y un rotor 5 unido mediante un árbol de rotor con un generador dispuesto en la cabina de máquina 4. El rotor 5 comprende un cubo 8, tres palas de rotor 6 montadas en cada caso de manera giratoria alrededor de un eje de pala 7 y un cojinete 9 montado entre el cubo 8 y la pala de rotor 6. El cojinete está compuesto por un anillo exterior unido con el cubo 8 y un anillo interior 23 que se puede rotar con respecto al anillo exterior 29 y que está unido con la pala de rotor 6. Cada pala de rotor 6 comprende también un dispositivo de ajuste 1 para ajustar la posición de ataque de la pala de rotor 6. El dispositivo de ajuste 1 comprende para ello un motor de ajuste 10, un piñón de accionamiento 22 dispuesto sobre un árbol de salida 21 del motor de ajuste 10, una corona dentada 23 engranada con el piñón de accionamiento 22, un convertidor 13 para alimentar una corriente y/o una tensión al motor de ajuste 10 y una unidad de control 14 para controlar y/o regular el convertidor 13.

La figura 2 muestra el cubo 8 con un dispositivo de ajuste 1 conocido por el estado de la técnica y el primer dispositivo de acuerdo con la invención para determinar una posición de ataque de la pala de rotor 6. En un proceso de ajuste, el motor de ajuste 10 conocido por el estado de la técnica y dispuesto en el cubo 8 acciona mediante un piñón de accionamiento 22 una corona dentada interior 23 del cojinete 9 unida con la pala de rotor 6, rotando entre sí el anillo interior 20 del cojinete 9 unido con la pala de rotor 6 y el anillo exterior 29 del cojinete 9 unido con el cubo 8. El motor de ajuste 10 está conectado mediante un convertidor 13 a la red eléctrica. En el estado de la técnica se vigila el giro de la pala de rotor mediante un medio 15a para generar una señal que depende de la posición de

ataque de la pala de rotor 6 y un conmutador de posición final 27 configurado como caja de engranaje. El primer medio 15a está configurado como resolvidor que está engranado mediante una rueda dentada 24 con el piñón de accionamiento 22 del motor de ajuste 10 y, por tanto, vigila el giro del motor de ajuste 10. En la caja de engranaje se alojan un engranaje y un conmutador en una carcasa común. El giro de la pala de rotor 6 se introduce en el engranaje mediante un piñón 28 que está engranado con la corona dentada 23 en el lado de la pala. Tras una revolución previamente determinada se acciona el conmutador por un disco de levas unido con el engranaje.

En el dispositivo de ajuste 1 de acuerdo con la invención se añade, además del primer medio 15a, un segundo medio 15b para generar una señal que depende de la posición de pala. El segundo medio 15b, que también puede estar configurado como resolvidor, está engranado mediante una rueda dentada 25 con la corona dentada interior 23 del cojinete 9 y vigila el giro de la pala de rotor 6. Los dos medios 15a, 15b pueden estar conectados con una unidad de control 14 del convertidor 13 y sus señales se pueden usar para colocar la pala de rotor 6. La señal del medio 15b en el lado de la pala se puede usar cuando se desea una colocación exacta de la pala de rotor 6. La señal del medio 15a en el lado del motor se puede usar cuando se desea un control exacto del motor de ajuste 10. La unidad de control 14 también puede realizar una comparación de las dos señales para, de este modo, comprobar la plausibilidad de las señales. En caso de un fallo de uno de los medios 15a, 15b, la unidad de control 14 puede conmutar al segundo medio 15a, 15b que funciona para, de este modo, mantener la función del dispositivo de ajuste. Las señales de los medios 15a, 15b se comparan en la unidad de control 14 con valores umbral almacenados, por ejemplo, al alcanzarse los valores umbral se puede cambiar la velocidad del proceso de ajuste o se puede finalizar el proceso de ajuste. Debido a la redundancia de los dos conmutadores 15a, 15b, la vigilancia y la finalización del proceso de ajuste se pueden realizar completamente en la unidad de control del convertidor de modo que se puede renunciar al conmutador de posición final 27 configurado como caja de engranaje. Al renunciar a la caja de engranaje se pueden ahorrar tanto espacio constructivo como costes de la caja de engranaje cara.

Para la parada de emergencia del dispositivo de ajuste 1 en caso de un fallo de la unidad de control 14 o de los medios 15a y 15b, el dispositivo de ajuste se puede proveer de un dispositivo de parada de emergencia. En esta realización, el dispositivo de parada de emergencia está compuesto por un conmutador de posición final 19 configurado como microconmutador, accionándose el microconmutador por un elemento de accionamiento unido con la pala de rotor 6 al alcanzarse una determinada posición de apagado. Al accionarse el microconmutador se interrumpe la alimentación de corriente y tensión del dispositivo de ajuste de modo que la pala de rotor no puede seguir girando. El microconmutador tiene la ventaja de que tiene un tamaño constructivo pequeño y es económico.

La figura 3 muestra un intervalo de ajuste admitido de la pala de rotor 6. El intervalo entre  $-5^\circ$  y  $90^\circ$  corresponde al intervalo de ajuste alcanzado en el funcionamiento normal. A este respecto, la posición de ataque  $0^\circ$  corresponde a una pala de rotor 6 situada completamente en el viento, y  $90^\circ$  corresponde a una pala de rotor 6 situada en la posición de bandera. Por tanto, el primer valor umbral  $\lambda_1$  para finalizar el desplazamiento de seguridad de la pala de rotor 6 está situado en  $90^\circ$ . El intervalo entre  $100^\circ$  y  $-5^\circ$  se considera un intervalo prohibido y no se debe alcanzar por la pala de rotor. Para evitar que la pala de rotor llegue al intervalo prohibido se almacenan unos valores umbral segundo y tercero  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ . Al pasar por el primer valor umbral  $\lambda_1$  sin finalizar el desplazamiento de seguridad se desconecta el dispositivo de ajuste de la alimentación de tensión al alcanzarse el segundo valor umbral  $\lambda_2$  en  $100^\circ$ . En la dirección de operación se delimita el intervalo de ajuste de pala admitido por el tercer valor umbral  $\lambda_3$  en  $-5^\circ$ . Al alcanzar el valor umbral  $\lambda_3$  se inicia un desplazamiento de seguridad de la pala de rotor 6 y la pala de rotor 6 se mueve en la dirección hacia la posición de bandera.

En la figura 4 se ilustra un dispositivo de ajuste 1 de acuerdo con la invención. El dispositivo de ajuste 1 comprende un convertidor 13, un motor de ajuste 10, una unidad de control 14 y un dispositivo 11 para determinar una posición de pala. El dispositivo 11 para determinar una posición de pala comprende al menos un medio 15a, 15b o 15c para generar una señal que depende de la posición de ataque de la pala de rotor y una unidad de evaluación 16. El motor de ajuste 10 está acoplado mediante el convertidor 13 a la red eléctrica y acciona mediante el piñón de accionamiento 22 la corona dentada interior 23 del cojinete 9 unida con la pala de rotor 6. La unidad de evaluación 16 conectada con la unidad de control 14 está conectada con una salida de señal del al menos un medio 15a, 15b o 15c. En este ejemplo, los medios 15a, 15b y 15c están configurados como resolvidores, accionándose los medios 15a por el piñón de accionamiento 22 sobre el árbol 21 lento del motor de ajuste 10, accionándose los medios 15b por la corona dentada interior 23 del cojinete 9 unida con la pala de rotor 6 y accionándose los medios 15c por el árbol rápido del motor de ajuste. Los medios 15d están integrados en el convertidor y transmiten el desarrollo de corriente y/o tensión alimentado por el convertidor 13 al motor de ajuste como señal a la unidad de evaluación 16. En la unidad de evaluación 16 se procesa la señal  $S_1$ , siempre que no se haya emitido ya como posición angular absoluta por el medio 15a, 15b o 15c. A continuación, las señales  $S_{1a}$ ,  $S_{1b}$ ,  $S_{1c}$  de los medios 15a, 15b y 15c o el derivado de las señales  $S_{1a}$ ,  $S_{1b}$ ,  $S_{1c}$  se comparan en la unidad de evaluación 16 con valores umbral  $\lambda$  almacenados en una memoria 26 de la unidad de control 14. Al alcanzar un primer valor umbral  $\lambda_1$ , la unidad de evaluación 16 emite una señal a la unidad de control 14, interrumpiendo la unidad de control 14 la alimentación de corriente y/o tensión del convertidor 13 al motor de ajuste 10 y, por tanto, finaliza el proceso de ajuste de pala.

En la figura 5 se ilustra una forma de realización adicional del dispositivo de ajuste 1 de acuerdo con la invención. En esta forma de realización, el primer dispositivo 11 para determinar una posición de pala se complementa con el dispositivo de parada de emergencia 12 para determinar una posición de pala. El dispositivo de parada de

emergencia 12 comprende medios 17 para generar una señal  $S_2$  que depende de la posición de pala y una unidad de evaluación 18 para procesar y comparar la señal  $S_2$  o un derivado de la señal  $S_2$  con valores umbral  $\lambda$  almacenados. A este respecto, los medios 17 y la unidad de evaluación 18 del dispositivo de parada de emergencia 12 no son los mismos que aquéllos del primer dispositivo 11. Los valores umbral pueden estar almacenados en la misma memoria 26 que los valores umbral del primer dispositivo 11 o en una memoria independiente. En este ejemplo, los segundos medios 17 están configurados como resolvidores, transmisores absolutos, transmisores de potenciómetro o como transmisores incrementales y se pueden accionar por el piñón de accionamiento 22 del motor de ajuste 10, por la corona dentada interior 23 o por el árbol rápido del motor de ajuste 10. Sin embargo, el medio 17 también podría estar integrado en el convertidor 10 y transmitir la señal  $S_2$  como desarrollo de corriente y/o tensión a la unidad de evaluación 18. De manera paralela a la primera unidad de evaluación 16, la segunda unidad de evaluación 18 compara la posición de la pala de rotor 6. Al pasar por el primer valor umbral  $\lambda_1$  sin finalizar el proceso de ajuste de pala por la primera unidad de evaluación 16 se envía una señal  $S_{St}$  de la segunda unidad de evaluación 18 a la unidad de control 14 al alcanzarse un segundo valor umbral  $\lambda_2$ , y la unidad de control 14 desconecta el dispositivo de ajuste 1 completamente de la alimentación de tensión.

La figura 6 muestra una forma de realización adicional del dispositivo de ajuste 1 de acuerdo con la invención. En este ejemplo, el dispositivo de parada de emergencia 12 para determinar una posición de pala está configurado como microconmutador 19. El microconmutador 19 está dispuesto en el cubo 8 de modo que un elemento de accionamiento dispuesto en la pala de rotor 6 acciona el microconmutador 19 al alcanzarse una posición de pala previamente determinada. Sin embargo, el microconmutador 19 también podría estar dispuesto en la pala de rotor 6 y accionarse por un elemento de accionamiento dispuesto en el cubo. El microconmutador 19 está conectado directamente con la unidad de control 14 y, cuando se acciona, transmite a la unidad de control 14 una señal S para desconectar el dispositivo de ajuste 1 de la alimentación de tensión.

En la figura 7 se ilustran las etapas de procesamiento en la unidad de evaluación 16, 18. En la etapa I, la unidad de evaluación 16, 18 recibe y analiza una señal de uno o varios de los medios 15a, 15b, 15c, 15d, 17 para generar una señal S que depende de la posición de pala. Cuando la señal se proporciona como posición angular absoluta, se realiza tras la etapa I directamente la etapa III, en caso contrario, la señal se procesa en la etapa II. Por ejemplo, el procesamiento puede consistir en que un cambio de ángulo proporcionado por uno de los medios 15a, 15b, 17 se compara con un valor de referencia de un transmisor adicional y, por tanto, se determina la posición absoluta de la pala de rotor 6, o en que se calcula una posición a partir de la señal de corriente sinusoidal por el motor de ajuste 10. En la etapa III, la señal  $S_1$ ,  $S_2$  emitida por los medios o el derivado de la señal  $S_1$ ,  $S_2$  procesado por la unidad de evaluación 16, 18 se compara con valores umbral  $\lambda$  almacenados. Al alcanzar un valor umbral  $\lambda$ , la unidad de evaluación 16, 18 envía una señal  $S_{St}$  a la unidad de control 14. Entonces, en función del valor umbral  $\lambda$  alcanzado se finaliza el proceso de ajuste de pala o se interrumpe la alimentación de corriente y/o tensión del dispositivo de ajuste 1.

Las combinaciones de características dadas a conocer en los ejemplos de realización descritos no deben tener un efecto limitador sobre la invención, más bien, también se pueden combinar entre sí las características de las diferentes realizaciones.

Lista de números de referencia

1	Dispositivo de ajuste	20	Anillo interior
2	Turbina eólica	21	Árbol de salida lento del motor de ajuste
3	Torre	22	Piñón de accionamiento
4	Cabina de máquina	23	Corona dentada interior
5	Rotor	24	Rueda dentada
6	Pala de rotor	25	Rueda dentada
7	Eje de pala	26	Memoria
8	Cubo	27	Caja de engranaje
9	Cojinete	28	Piñón
10	Motor de ajuste	29	Anillo exterior
11	Dispositivo para determinar una posición de pala	S	Señal
12	Dispositivo de parada de emergencia	$S^{1a}$	Señal que depende de la posición de pala
13	Convertidor	$S^{1b}$	Señal que depende de la posición de pala
14	Unidad de control	$S_{1c}$	Señal que depende de la posición de pala
15	Transmisor	$S_2$	Señal que depende de la posición de pala
15a	Medio para generar una señal que depende de la posición de ataque	$S_{St}$	Señal enviada a la unidad de control
15b	Medio para generar una señal que depende de la posición de ataque		

## ES 2 542 105 T3

15c	Medio para generar una señal que depende de la posición de ataque	$\Lambda$	Valores umbral
16	Unidad de evaluación	$\Lambda_1$	Primer valor umbral
17	Medio para generar una señal que depende de la posición de ataque	$\Lambda_2$	Segundo valor umbral
18	Unidad de evaluación	$\Lambda_3$	Tercer valor umbral
19	Conmutador de posición final		

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo de ajuste (1) para una pala de rotor (6) de un rotor (5) de una turbina eólica (2),
- 5       - comprendiendo el rotor (5) un cubo (8) y al menos una pala de rotor (6),  
       - pudiendo la pala de rotor (6) montarse en un cojinete (9) que se puede montar entre la pala de rotor (6) y el cubo (8),  
       - y pudiendo la pala de rotor (6) disponerse de manera giratoria alrededor de un eje de pala (7) que discurre en la dirección axial de la pala de rotor (6) en diferentes posiciones de ataque en el cubo,
- 10       - comprendiendo el dispositivo de ajuste (1) un motor de ajuste (10) para accionar y/o fijar la pala de rotor (6), un primer dispositivo (11) para determinar una posición de pala y un convertidor (13) para activar el motor de ajuste (10),  
       - teniendo el convertidor (13) al menos una unidad de control (14),
- 15       caracterizado por que
- el primer dispositivo (11) tiene al menos dos medios (15a, 15b) para generar en cada caso una señal eléctrica ( $S_{1a}$ ,  $S_{1b}$ ) que depende de la posición de ataque,  
       - la unidad de control (14) y/o la unidad de evaluación (16) tienen al menos una entrada de señal conectada con una salida de señal de los medios (15a, 15b),  
       - la unidad de control (14) se puede conectar con al menos una unidad de evaluación (16) para comprobar una redundancia de las señales eléctricas ( $S_{1a}$ ,  $S_{1b}$ ) de los al menos dos medios (15a, 15b) y para comparar las señales ( $S_{1a}$ ,  $S_{1b}$ ) de los al menos dos medios (15a, 15b) o de un derivado de las señales ( $S_{1a}$ ,  $S_{1b}$ ) con al menos un valor umbral ( $\lambda$ ) almacenado,  
       - y la unidad de control (14) y/o la unidad de evaluación (16) están configuradas de modo que, en caso de superarse un primer valor umbral ( $\lambda_1$ ), se finaliza una operación de ajuste de pala.
- 20       2. Dispositivo de ajuste (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que los medios (15a, 15b) pueden estar configurados como resolvidores, transmisores de potenciómetro, transmisores absolutos y/o transmisores incrementales.
- 30       3. Dispositivo de ajuste (1) de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que los medios (15a, 15b) se accionan mediante una corona dentada del cojinete (20) del dispositivo de ajuste (1), por un árbol de salida (21) lento del motor de ajuste (10) o por un árbol rápido del motor de ajuste.
- 35       4. Dispositivo de ajuste (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que los medios (15a, 15b) están integrados en el convertidor (13) y la señal generada es un desarrollo de corriente y/o tensión alimentado por el convertidor (13) al motor de ajuste (10).
- 40       5. Dispositivo de ajuste (1) de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el dispositivo de ajuste (1) tiene un dispositivo de parada de emergencia (12) para determinar una posición de pala, y la unidad de control (14) está configurada de modo que, al alcanzarse la segunda posición de pala, el dispositivo de ajuste se puede desconectar de una alimentación de tensión (1).
- 45       6. Dispositivo de ajuste (1) de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por que el dispositivo de parada de emergencia (12) tiene medios (17) para generar una señal ( $S_2$ ) que depende de la posición de ataque y una unidad de evaluación (18) para comparar la señal ( $S_2$ ) o un derivado de la señal ( $S_1$ ) con un segundo valor umbral ( $\lambda_2$ ) almacenado.
- 50       7. Dispositivo de ajuste (1) de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por que el dispositivo (11) para determinar una primera posición de ataque de la pala de rotor y el dispositivo de parada de emergencia (12) para determinar una segunda posición de ataque de la pala de rotor utilizan en cada caso los mismos medios (15) para generar una señal ( $S_1$ ) que depende de la posición de ataque y en cada caso la misma unidad de evaluación (16), o utilizan en cada caso los mismos medios (15) pero en cada caso unidades de evaluación (16, 18) independientes, o utilizan en cada caso medios (15, 17) independientes para generar una señal ( $S_1$ ,  $S_2$ ) que depende de la posición de ataque y utilizan en cada caso unidades de evaluación (16, 18) independientes, y los medios (15, 17) están configurados de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 4.
- 55       8. Dispositivo de ajuste (1) de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por que el dispositivo de parada de emergencia (12) tiene un conmutador de posición final (19) y un elemento de accionamiento que actúa conjuntamente con el mismo y el conmutador de posición final (19) se acciona mecánicamente por el elemento de accionamiento al alcanzarse la segunda posición de pala.
- 60       9. Dispositivo de ajuste (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el primer valor umbral ( $\lambda_1$ ) está situado en un intervalo entre  $85^\circ$  y  $95^\circ$ , el segundo valor umbral ( $\lambda_2$ ) o la posición de pala para
- 65

conmutar el conmutador de posición final (19) está situado en un intervalo siguiente entre  $95^\circ$  y  $100^\circ$ , y el tercer valor umbral ( $\lambda_3$ ) para delimitar el intervalo de ajuste de pala en la dirección operativa está situado entre  $0^\circ$  y  $-10^\circ$ .

5 10. Turbina eólica (2) con una cabina de máquina (4) montada de manera giratoria sobre una torre (3) y un rotor (5) unido mediante un árbol de accionamiento con un generador montado en la cabina de máquina (4), comprendiendo el rotor (5) un cubo (8) y al menos una pala de rotor, estando la pala de rotor (6) unida de manera giratoria alrededor de un eje de pala (7) que discurre en la dirección axial de la pala de rotor (6) mediante un cojinete (9) con el cubo (8), y pudiendo la pala de rotor (6) accionarse por un dispositivo de ajuste (1) y pararse en diferentes posiciones de ataque, caracterizada por que el dispositivo de ajuste (1) está configurado de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores.

15 11. Procedimiento para finalizar un proceso de ajuste de pala de una pala de rotor (6) de un rotor (5) de una turbina eólica (2), pudiendo la pala de rotor (6) ajustarse mediante un dispositivo de ajuste (1) de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, que comprende las etapas

- generar una señal para ajustar la pala de rotor (6) en la unidad de control (14),
- transmitir al convertidor (13) una señal para ajustar la pala de rotor (6) de la unidad de control (14),
- solicitar el motor de ajuste (10) con corriente y/o tensión mediante el convertidor (13),
- 20 - detectar una posición de ataque de la pala de rotor (6) y generar una señal ( $S_{1a}$ ,  $S_{2b}$ ) que depende de la posición de ataque mediante los medios (15a, 15b),
- transmitir la señal de los medios (15a, 15b) de forma directa o indirecta a la unidad de evaluación (16),
- comparar las señales ( $S_{1a}$ ,  $S_{1b}$ ) con valores umbral ( $\lambda$ ) almacenados en una memoria (26) en la unidad de evaluación (16),
- 25 - y, al alcanzarse el valor umbral ( $\lambda_1$ ), generar una señal ( $S_{St}$ ) para finalizar el proceso de ajuste de pala en la unidad de evaluación (16) y enviar la señal ( $S_{St}$ ) a la unidad de control (14).

12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la señal ( $S_{1a}$ ) y/o la señal ( $S_{1b}$ ) se procesan antes de la comparación por la unidad de evaluación (16).

30 13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11 o 12, pudiendo la pala de rotor (6) ajustarse mediante un dispositivo de ajuste (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 9, que comprende las etapas,

- detectar una posición de ataque de la pala de rotor (6) y generar una señal ( $S_2$ ) que depende de la posición de ataque mediante los medios (17),
- 35 - transmitir la señal de los medios (17) de forma directa o indirecta a la unidad de evaluación (18),
- comparar la señal ( $S_2$ ) con valores umbral ( $\lambda$ ) almacenados en una memoria (26) en la unidad de evaluación (18),
- y, al superarse el primer valor umbral ( $\lambda_1$ ) sin finalizar el proceso de ajuste y, al alcanzarse el valor umbral ( $\lambda_2$ ), generar una señal ( $S_{St}$ ) para desconectar el dispositivo de ajuste de la alimentación de tensión en la unidad de evaluación (16) y enviar la señal ( $S_{St}$ ) a la unidad de control (14).
- 40

14. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, en el que la señal ( $S_2$ ) se procesa antes de la comparación con un valor umbral ( $\lambda$ ) almacenado por la unidad de evaluación (18).

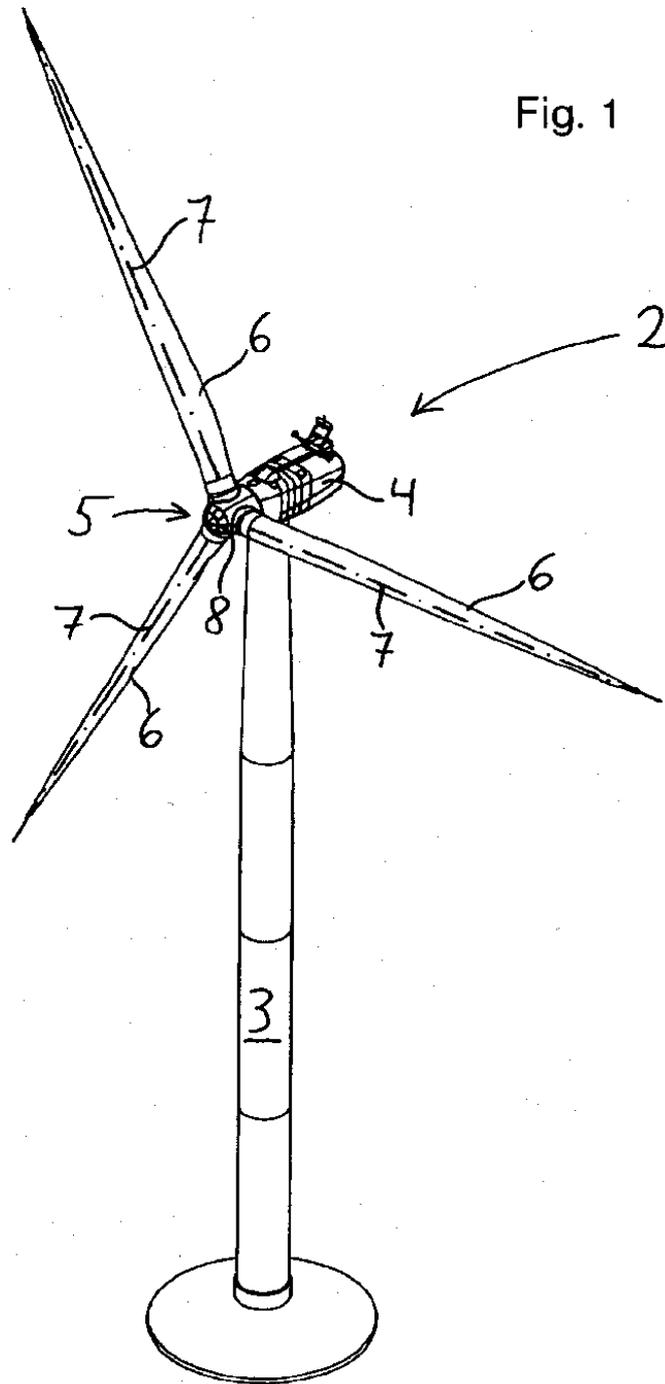


Fig. 2

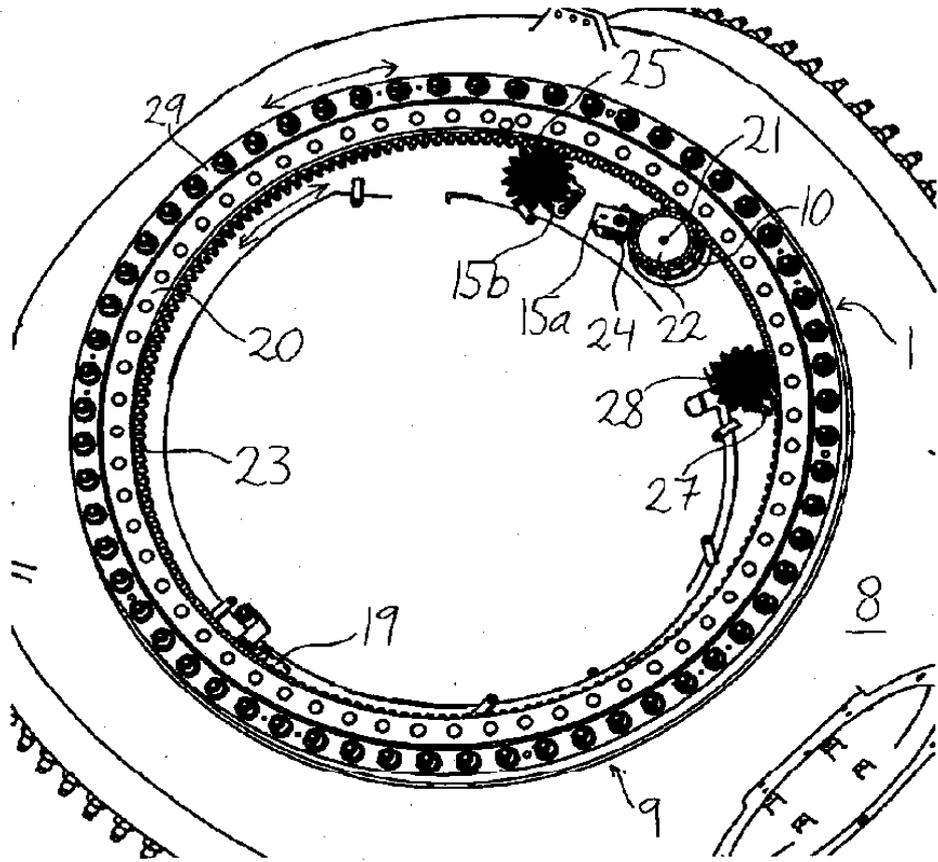


Fig. 3

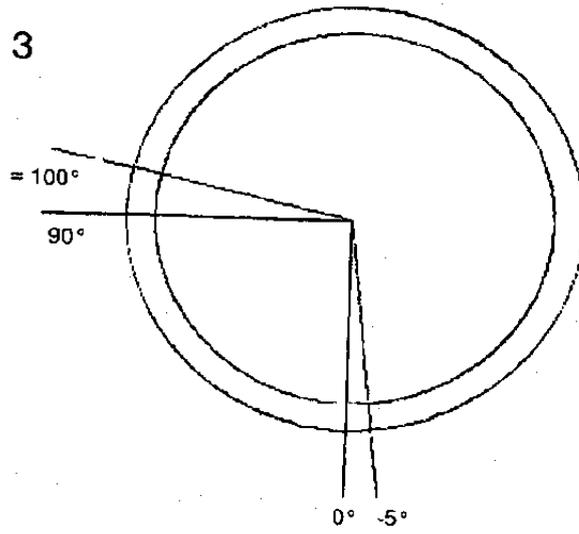


Fig. 4

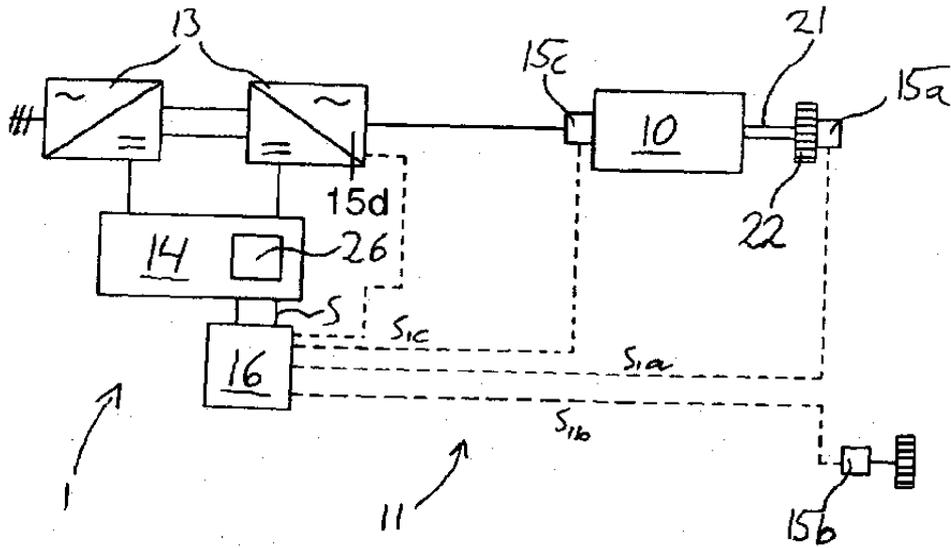




Fig. 7

