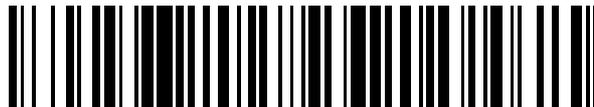


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 611 452**

51 Int. Cl.:

F03D 7/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.12.2011** **E 11192209 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.10.2016** **EP 2602481**

54 Título: **Ensamblaje para fijar en posición el ángulo de paso de una pala de rotor de una instalación de energía eólica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.05.2017

73 Titular/es:

**AREVA WIND GMBH (100.0%)
Am Lunedeich 156
27572 Bremerhaven, DE**

72 Inventor/es:

HAGEDORN, RALF

74 Agente/Representante:

PADIAL MARTÍNEZ, Ana Belén

ES 2 611 452 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

Ensamblaje para fijar en posición el ángulo de paso de una pala de rotor de una instalación de energía eólica

5 Campo de la invención

La invención se refiere a un ensamblaje para fijar una pala de rotor de una instalación de energía eólica.

10 Antecedentes de la invención

15 Las instalaciones de energía eólica modernas controlan la potencia y la velocidad del rotor cambiando la fuerza aerodinámica que se aplica al rotor. Normalmente, esto se lleva a cabo cambiando el paso de las palas del rotor. El funcionamiento de una instalación de energía eólica o una turbina eólica se puede dividir en dos regímenes. En un primer régimen, a velocidades del viento inferiores, no es necesaria ninguna variación de paso durante el funcionamiento de la instalación de energía eléctrica. La pala de rotor se fija o se mantiene en una posición aerodinámica óptima. En un segundo régimen, a velocidades del viento superiores, normalmente, de más de 12 m/s o en situaciones de viento turbulento es necesaria una variación de paso, es decir, un ajuste frecuente del ángulo de paso de las palas del rotor, durante el funcionamiento de la turbina eólica. Se producirá una transición entre los dos regímenes, por ejemplo, para vientos más fuertes.

20 No obstante, casi siempre, la pala de rotor está en cualquiera de dos posiciones fijas relativas, por ejemplo, a velocidades del viento inferiores y a la situación en la que la turbina eólica está apagada. Por lo tanto, la pala de rotor se mantiene en una posición específica por las fuerzas de frenado que se aplican al eje del dispositivo de accionamiento de paso. Por consiguiente, el dispositivo de accionamiento de paso se apaga. Los frenos son frenos de seguridad. Esto significa que se abren cuando se aplica energía y se cierran cuando se interrumpe el suministro de energía. La ventaja de esta configuración de técnica anterior es que los frenos se pueden dimensionar para pares de frenado bastante reducidos debido a la relación de transmisión y engranaje.

25 Uno de los inconvenientes de esta solución es que el juego de la corona dentada del engranaje de cojinete con la rueda dentada cónica conductora de la caja de engranajes de la pala de rotor permite que la pala de rotor se mueva con un par máximo incluso cuando el freno está cerrado. Esto tiene como resultado un desgaste y una abrasión no deseados de dichos componentes.

30 Si se cambia el dispositivo de accionamiento de paso u otros componentes para rotar la pala de rotor, el sistema de frenado que se ha mencionado anteriormente falla y la pala de rotor no se puede fijar hasta que no finaliza la operación de mantenimiento o revisión.

35 Otro inconveniente es que el freno se debe dimensionar según el torque máximo que resulta del diseño de la turbina. Por lo tanto, con frecuencia, el par nominal del freno es mayor que el par de pico que se puede lograr con los dispositivos de accionamiento de paso. Si el freno se cierra debido a una avería, la pala de rotor no se puede rotar y la pala se queda en la posición que estaba cuando se produjo la avería.

40 A fin de evitar este problema, el dispositivo de accionamiento de paso se debe configurar con un par incluso mayor para reducir la fuerza de frenado. Esto aumenta las dimensiones y el coste de los dispositivos de accionamiento de paso.

45 En la solicitud de patente alemana DE 10 2009 008607 se describe un mecanismo de bloqueo para fijar la pala de rotor en cualquier posición arbitraria. No obstante, una vez que se bloquea la pala de rotor, ya no se puede mover.

50 Otras posibilidades para reducir los inconvenientes que se han mencionado anteriormente son sistemas de frenado redundante, en los que se proporcionan dos frenos de los que cada uno aplica la mitad del par máximo necesario. Si falla uno de los frenos, los dispositivos de accionamiento de paso pueden seguir rotando la pala de rotor. No obstante, los sistemas de frenado redundante necesitan más componentes.

55 En el documento DE 10 2009 009 017 A1 se describe una disposición compleja entre el freno y el dispositivo de accionamiento de paso, sin embargo, el disco de freno no está acoplado directamente a la pala de rotor.

60 En los documentos US 2009/0155075 A1 y WO 03/091570 A1 también se describen frenos de paso. No obstante, los frenos de paso sólo están configurados para aplicar fuerzas de frenado total o ninguna fuerza de frenado.

Sumario de la invención

65 Un objetivo de la invención es proporcionar un ensamblaje y un procedimiento para fijar una pala de rotor de una instalación de energía eólica, así como una instalación de energía eólica con un medio de ajuste del ángulo de paso que reduzca los inconvenientes que se han mencionado anteriormente.

- 5 En un aspecto de la invención, hay un ensamblaje para fijar (mantener la pala del rotor en un ángulo de paso específico) una pala de rotor de una instalación de energía eólica que comprende una pala de rotor, un medio de ajuste de paso, un cojinete para la pala de rotor y un disco de freno acoplado entre el cojinete de la pala de rotor y la raíz de la pala de rotor. El ensamblaje comprende además un freno electromecánico configurado para aplicar una fuerza de frenado controlada al disco de freno en función del ángulo de paso de la pala de rotor.
- 10 El freno electromecánico se puede configurar para aplicar una primera fuerza de frenado controlada al disco de freno en una primera posición de la pala de rotor y una segunda fuerza de frenado controlada en una segunda posición de la pala de rotor. La fuerza de frenado controlada es un par de frenado mecánico que se aplica al disco de freno y, por consiguiente, a la pala de rotor. Esto permite aplicar la fuerza de frenado óptima en cualquier momento y en cualquier ángulo de paso de la pala de rotor.
- 15 El medio de ajuste de paso puede ser eléctrico, mecánico o hidráulico o una combinación de estos conceptos.
- 20 El medio de ajuste de paso puede comprender un dispositivo de accionamiento de paso y un engranaje para el dispositivo de accionamiento de paso. El medio de ajuste de paso puede comprender un único dispositivo de accionamiento de paso o varios dispositivos de accionamiento de paso.
- 25 El disco de freno puede estar acoplado entre el cojinete de la pala de rotor y la raíz de la pala de rotor.
- El disco de freno puede ser un componente de la pala de rotor. Esto puede simplificar sustancialmente la construcción.
- 30 No obstante, un disco de freno independiente, que esté situado en la raíz de la pala de rotor, puede ser útil para estabilizar la raíz de la pala de rotor.
- En otra forma de realización, el disco de freno y el freno electromecánico pueden estar situados en el exterior de la raíz de la pala de rotor.
- 35 El disco de freno puede estar acoplado al buje de la instalación de energía eólica.
- El freno electromecánico puede estar montado en la raíz de la pala de rotor. Tanto el freno electromecánico como el disco de freno pueden estar situados en el exterior del buje de la instalación de energía eólica.
- 40 El ensamblaje según aspectos de la invención se puede configurar para controlar el freno electromecánico como un freno normalmente desactivado (también denominado freno positivo) en una posición (un ángulo de paso) y como un freno normalmente activado (también denominado freno de seguridad o freno negativo) en otra posición (otro ángulo de paso).
- 45 Las dos posiciones o ángulos de paso pueden ser la primera y la segunda posición, es decir, un primer y un segundo ángulo de paso.
- En la primera posición (ángulo de paso), la fuerza de frenado puede ser tal que el par que proporciona el dispositivo de accionamiento de paso puede reducir la fuerza de frenado.
- 50 Es decir, en la primera posición, la fuerza de frenado se puede configurar, de manera ventajosa, para que el par de frenado resultante sea inferior al par máximo que puede proporcionar el medio de ajuste de paso.
- La primera posición puede ser, de manera ventajosa, la posición de funcionamiento o posición de trabajo normal (es decir, el ángulo de paso correspondiente de la pala de rotor). La posición de funcionamiento o posición de trabajo normal puede ser, de manera ventajosa, la posición aerodinámica óptima (ángulo de paso) de la pala (para la que está diseñada la pala).
- 55 En una forma de realización, la primera posición (ángulo de paso) puede ser la posición de 0°. Por lo tanto, la posición de 0° puede ser una posición de funcionamiento normal.
- En la segunda posición (ángulo de paso), la fuerza de frenado se puede configurar para que el par que proporciona el dispositivo de accionamiento de paso no pueda reducir la fuerza de frenado.
- 60 Es decir, en la segunda posición, la fuerza de frenado se puede configurar, de manera ventajosa, para que el par de frenado resultante sea superior al par máximo que puede proporcionar el medio de ajuste de paso.
- 65 De manera ventajosa, la segunda posición (ángulo de paso) puede ser una posición de 90° o posición de bandera. Esto puede ser ventajoso en una parada de emergencia de la turbina eólica. En tal caso, el rotor se debe detener tan pronto como sea posible y, en consecuencia, las palas de rotor se mueven a la posición de bandera o un ángulo de paso de 90° a fin de generar una resistencia máxima del viento y reducir la velocidad del rotor. Dicho ángulo de paso

de 90° también se denomina “posición de bandera”. La posición de bandera también se adopta para el mantenimiento y la revisión. En esta posición no se puede rotar la pala de rotor.

5 El uso de un freno con una fuerza de frenado, que se puede ajustar continuamente (es decir, un par de frenado mecánico ajustable), que aplica la fuerza de frenado o par de frenado a un disco de freno que está directamente acoplado a la pala de rotor reduce los distintos inconvenientes de la técnica anterior.

10 En una forma de realización ventajosa de la invención, el freno es un freno electromecánico que comprende un dispositivo de accionamiento de freno eléctrico, una transmisión para transferir una acción del dispositivo de accionamiento de freno eléctrico a un movimiento de las zapatas de freno. El uso de un freno electromecánico proporciona la ventaja de que el freno se puede accionar con una fuente de alimentación de emergencia, si falla la fuente de alimentación principal. Normalmente, las instalaciones de energía eólica están equipadas con fuentes de alimentación de emergencia.

15 En una forma de realización ventajosa de la invención, la fuerza de frenado se puede ajustar para aplicar una fuerza máxima de frenado cuando se llega a un ángulo de rotación predeterminado. Si falla cualquier mecanismo de seguridad del dispositivo de accionamiento de paso, la pala de rotor se puede fijar con el freno.

20 La invención también proporciona una instalación de energía eólica que comprende el ensamblaje según los aspectos y formas de realización de la invención.

La invención proporciona un parque eólico que comprende varias instalaciones de energía eólica que comprenden el ensamblaje según los aspectos de la invención.

25 La invención proporciona además un procedimiento de fijación de una pala de rotor de una instalación de energía eólica. La instalación de energía eólica comprende una pala de rotor, un medio de ajuste de paso, un cojinete para la pala de rotor y un disco de freno. Por lo tanto, se puede aplicar una fuerza de frenado controlada al disco de freno en función del ángulo de paso de la pala de rotor.

30 Por lo tanto, se puede aplicar una primera fuerza de frenado controlada al disco de freno en una primera posición de la pala de rotor y se puede aplicar una segunda fuerza de frenado controlada al disco de freno en una segunda posición de la pala de rotor.

35 **Breve descripción de los dibujos**

Otros aspectos de la invención se derivarán de la siguiente descripción de una forma de realización de ejemplo de la invención en relación con los dibujos adjuntos, en los que

40 la figura 1 muestra una instalación de energía eólica simplificada;

la figura 2 muestra una vista detallada simplificada de la instalación de energía eólica de la figura 1;

45 la figura 3 muestra una vista transversal simplificada a través de una pala de rotor y la raíz de la pala de rotor y piezas del buje de una instalación de energía eólica según una forma de realización de la invención y

la figura 4 muestra un diagrama de flujo simplificado que ilustra el funcionamiento según aspectos de la invención.

Descripción detallada de formas de realización de ejemplo

50 La figura 1 es una vista simplificada de una instalación de energía eólica 2 que tiene una estructura de soporte 4 que incluye un generador 6 que tiene un rotor con un buje de rotor 8 que incluye palas de rotor 10 que se pueden rotar alrededor de un eje de paso PA con un ángulo de paso αP .

55 La figura 2 es una vista simplificada, más detallada, del buje de rotor 8 que rota alrededor de un eje de rotor RA durante el funcionamiento de la instalación de energía eólica 2. El buje de rotor 8 incluye una pala de rotor 10 que se puede rotar alrededor de un eje de paso PA con un ángulo de paso αP . Una corona dentada 12 (con cojinete anular) está fijada a la pala de rotor 10. Un dispositivo de accionamiento de paso PD está fijado al buje de rotor 8. El dispositivo de accionamiento de paso PD comprende un motor eléctrico 13 que tiene un eje conducido que está montado en un eje conductor (eje rápido) de un engranaje planetario 14. El eje conducido del engranaje planetario 14 está montado en una rueda dentada cónica conductora 16 que engrana la corona dentada 12. El dispositivo de accionamiento de par PD aplica un par M a la corona dentada 12 rotando la rueda dentada cónica conductora 16 con un ángulo α .

65 A fin de que se entienda mejor, en el contexto de la presente memoria descriptiva, el par M se indica con una dirección de rotación en lugar de con el vector de par correspondiente. En este sentido, la dirección de rotación corresponde a un movimiento libre del dispositivo de accionamiento de paso PD en respuesta al par correspondiente

M. El vector de par correspondiente se puede obtener de la dirección de rotación con ayuda de la conocida regla de la mano derecha. Por consiguiente, el par que aplica el dispositivo de accionamiento de paso PD se indica con M, que está dirigido en la misma dirección que el ángulo de rotación α de la rueda dentada cónica conductora 16.

5 En otra forma de realización, se pueden usar varios dispositivos de accionamiento de paso.

Además, la presente invención también es de aplicación a medios de ajuste de paso que sean hidráulicos o mecánicos.

10 El par de la pala (que se indica con la dirección de rotación MB) se debe a fuerzas aerodinámicas y gravitacionales en la pala de rotor 10 y se genera durante el funcionamiento de la instalación de energía eólica 2. Durante el funcionamiento de la instalación de energía eólica 2 en un régimen de viento en el que no es necesaria ninguna variación de paso, las palas de rotor 10 se deben fijar en un ángulo de paso óptimo. Esto normalmente se define como $\alpha P = 0^\circ$ o posición de 0° . La pala de rotor 10 se debe fijar o mantener en esa posición óptima.

15 Según una forma de realización de la invención, la pala de rotor se puede mantener en dicha posición con un freno electromecánico. Por lo tanto, el par que aplica el freno electromecánico puede ser lo suficientemente amplio para fijar la pala de rotor, pero no demasiado amplio, de manera que el dispositivo de accionamiento de paso o dispositivos de accionamiento de paso puedan reducir el par de frenado.

20 No obstante, en una posición de 90° , se puede aumentar el par de frenado de manera que el dispositivo de accionamiento de paso no pueda reducir el par de frenado o fuerza de frenado.

25 La figura 3 muestra una vista transversal simplificada a través de una pala de rotor 10 y la raíz de la pala de rotor 20 y piezas del buje 8 según una forma de realización de la invención. Hay un dispositivo de accionamiento de paso PD que consiste en el motor eléctrico 13 y el engranaje 14, así como la rueda dentada cónica conductora 16 que está acoplada al lateral interno de una corona dentada 12 (o cojinete) para rotar la pala de rotor 10 (solo parcialmente visible) alrededor del eje PA con un ángulo αP . La pala de rotor 10 tiene una raíz de pala de rotor 20 a la que está acoplado el disco de freno 31. Hay, además, el freno electromecánico 35 que comprende una pieza mecánica 33 y un motor eléctrico 32, así como zapatas de freno 34 que están acopladas a la pieza mecánica 33. En respuesta a una señal de control de freno BC de una plataforma de control CNTL (en cualquier lugar de la instalación de energía eólica), se ajusta la fuerza de frenado que aplican las zapatas de freno al disco de freno 31.

30 La plataforma de control puede generar la señal de control de freno necesaria BC en respuesta al ángulo de rotación αP (en función de éste). Por lo tanto, la fuerza de frenado se puede aumentar para que asuma un máximo en la posición de 90° y un mínimo, o al menos un valor inferior, en la posición de 0° .

35 Para evitar que se dañe la pala eólica, la plataforma de control CNTL se puede configurar para controlar el freno electromecánico a fin de proporcionar una fuerza de frenado máxima si se llega a un ángulo específico αP o se supera.

El disco de freno 31 puede ser un componente independiente que está acoplado a la raíz de la pala de rotor 20. Asimismo, puede ser una pieza integral de la pala de rotor.

40 El disco de freno 31 se puede proporcionar en toda la circunferencia interior de la pala de rotor, es decir, en 360° . No obstante, el disco de freno también se puede limitar a 120° de la circunferencia interior de la raíz de la pala de rotor 20.

45 En otra forma de realización, el disco de freno también puede estar montado en el buje y el freno electromecánico puede estar montado en la raíz de la pala de rotor.

50 La figura 4 muestra un diagrama de flujo simplificado que ilustra el funcionamiento según aspectos de la invención. Tras inicializar la instalación de energía eólica que comprende el ensamblaje según la invención, en la etapa S1, se ajusta el ángulo de paso αP controlando el medio de ajuste de paso (por ejemplo, un dispositivo de accionamiento de paso). Una vez que ha cambiado el ángulo de paso o ángulo de rotación αP de la pala de rotor, en la etapa S2 se determina el nuevo ángulo. En respuesta a un cambio del ángulo de paso αP , se ajusta la fuerza de frenado o par de frenado del freno electromecánico. Esto se realiza, de manera ventajosa, como se ha descrito anteriormente. Tras haber ajustado la fuerza de frenado en la etapa S2, el sistema entra en un bucle en el que se supervisan las condiciones, por ejemplo, velocidad del viento, etc. Si se produce un cambio de condiciones que requiere el ajuste del ángulo de paso αP , en la etapa S1 se rota la pala de rotor, se determina el nuevo ángulo αP y se ajusta la fuerza de frenado, si es necesario un ajuste. Por lo general, la fuerza de frenado del freno electromecánico se ajusta en función del ángulo de paso de la pala de rotor.

55 Si bien la invención se ha descrito haciendo referencia a formas de realización específicas, la misma no se limita a dichas formas de realización y sin duda al experto se le ocurrirán otras alternativas que estén dentro del alcance de la invención según se reivindica.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un ensamblaje para fijar una pala de rotor de una instalación de energía eólica (2) manteniendo la pala de rotor (2) en un ángulo de paso específico (αP) que comprende una pala de rotor, un medio de ajuste de paso (PD), un cojinete para la pala de rotor (10) y un disco de freno (31), **caracterizado porque** el ensamblaje comprende además un freno electromecánico (35) configurado para aplicar una fuerza de frenado controlada al disco de freno (31) en función del ángulo de paso (αP) de la pala de rotor y en el que el freno electromecánico (35) está configurado para aplicar una primera fuerza de frenado controlada al disco de freno (31) en una primera posición de la pala de rotor (10) y una segunda fuerza de frenado controlada en una segunda posición de la pala de rotor (10).
- 10
- 15 2. El ensamblaje según la reivindicación 1, en el que, en la primera posición, la fuerza de frenado es tal que el par que proporciona el medio de ajuste de paso (PD) puede reducir la fuerza de frenado.
3. El ensamblaje según la reivindicación 1 ó 2, en el que, en la segunda posición, la fuerza de frenado es tal que el par que proporciona el medio de ajuste de paso (PD) no puede reducir la fuerza de frenado.
- 20 4. El ensamblaje según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la primera posición es la posición de 0° o una posición de trabajo óptima.
5. El ensamblaje según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la segunda posición es la posición de 90° o posición de bandera.
- 25 6. El ensamblaje según la reivindicación 1, en el que el freno electromecánico (35) está configurado para aplicar una fuerza de frenado máxima cuando se llega a un ángulo de rotación predeterminado de la pala de rotor.
7. Una instalación de energía eólica (2) que comprende el ensamblaje según una de las reivindicaciones 1 a 6.
- 30 8. Un procedimiento de fijación de una pala de rotor de una instalación de energía eólica manteniendo la pala de rotor (2) en un ángulo de fijación específico (αP), comprendiendo la instalación de energía eólica una pala de rotor (10), un medio de ajuste de paso (PD), un cojinete para la pala de rotor y un disco de freno (31), estando caracterizado el procedimiento por las etapas de: control de un freno electromecánico (35) a fin de aplicar una fuerza de frenado controlada al disco de freno (31) que depende del ángulo de paso (αP) y control del freno electromecánico (35) a fin de aplicar una primera fuerza de frenado controlada al disco de freno (31) en una primera posición de la pala de rotor (10) y una segunda fuerza de frenado controlada en una segunda posición de la pala de rotor (10).
- 35

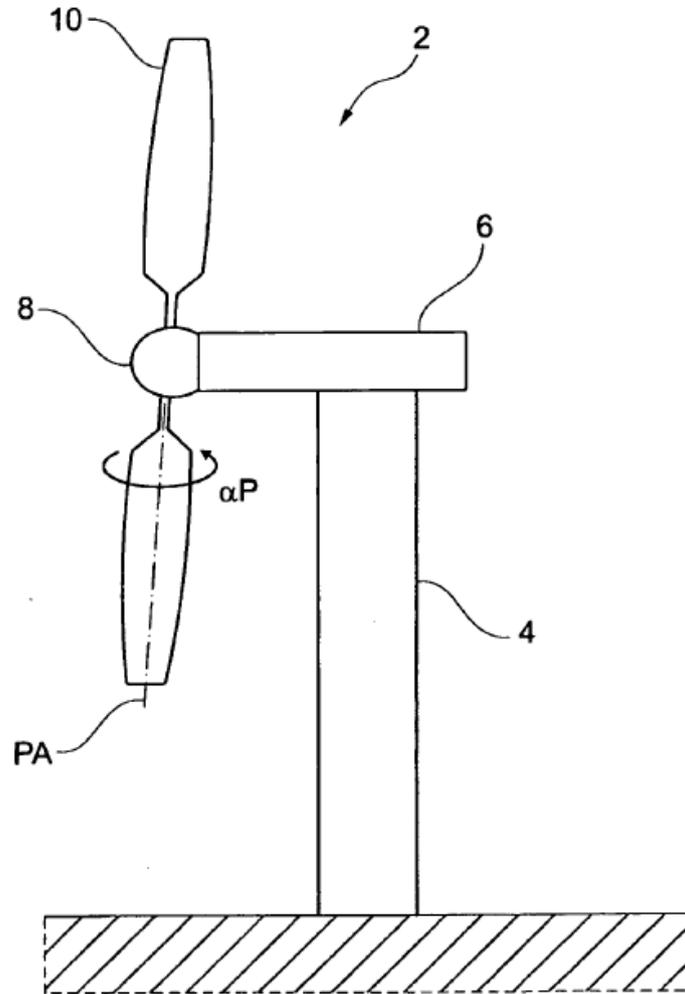


Fig. 1

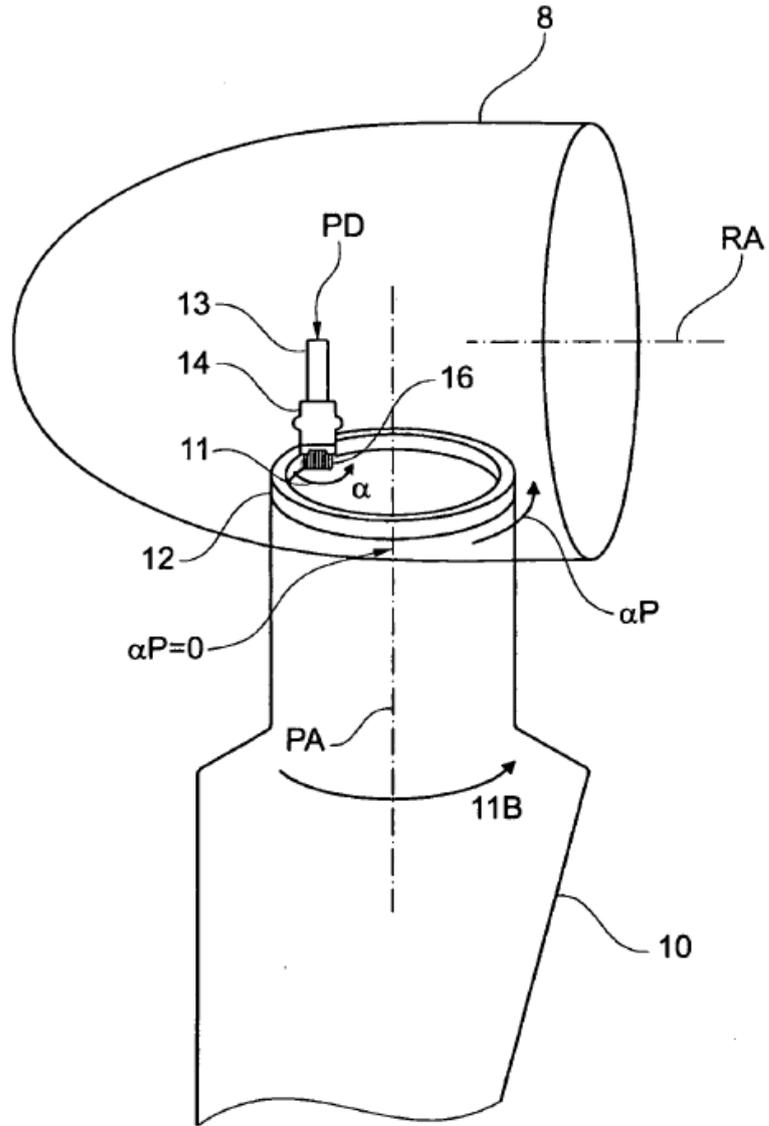


Fig. 2

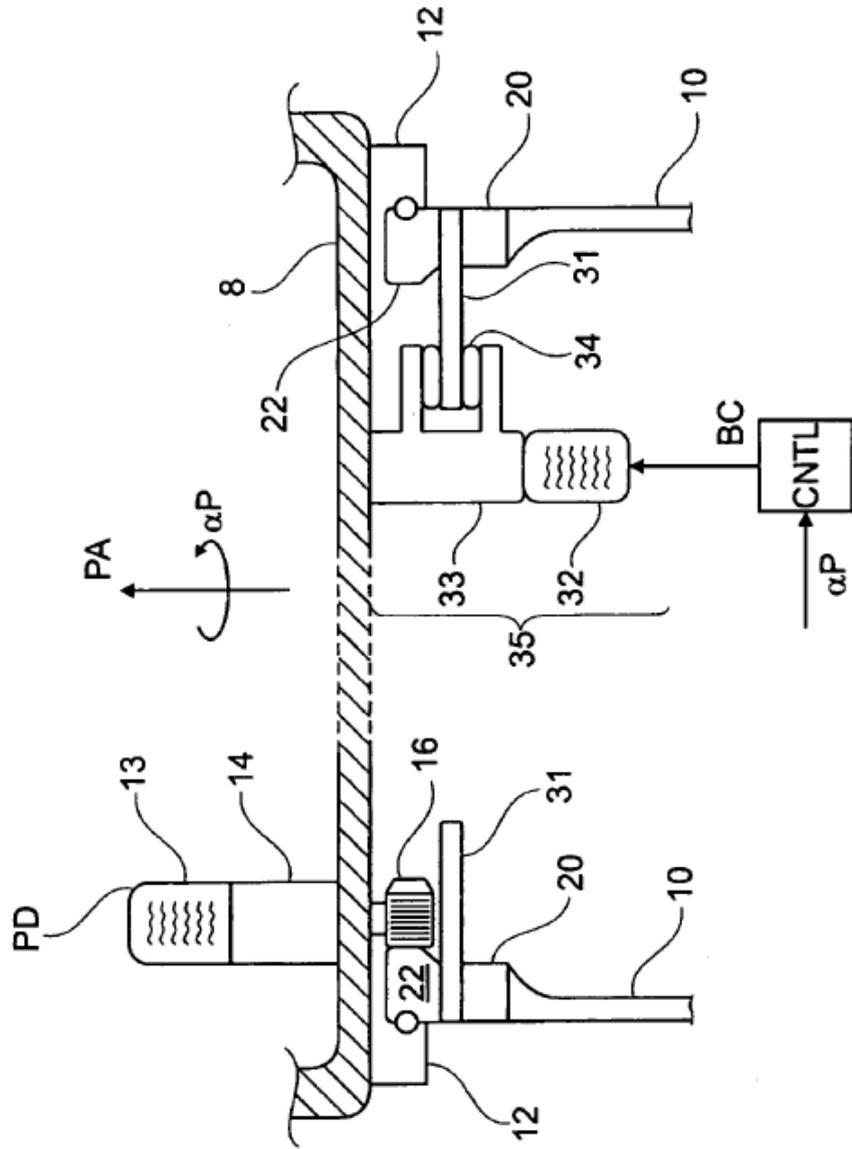


Fig. 3

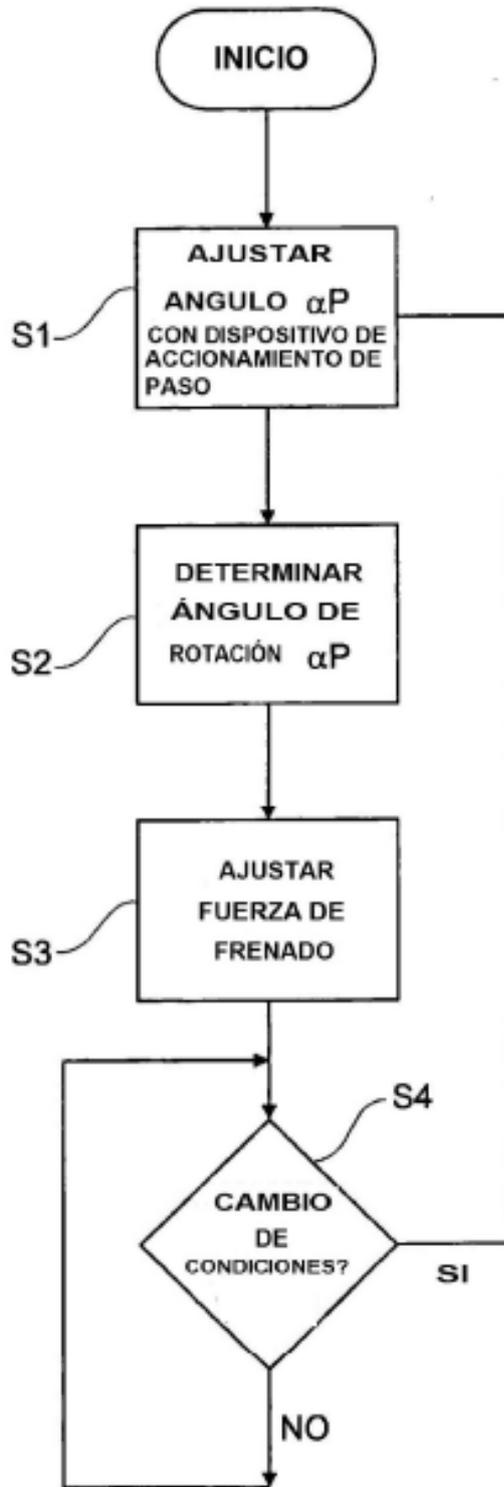


Fig. 4