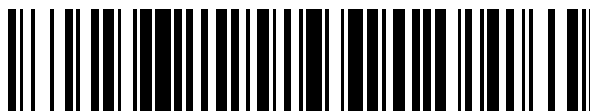


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 724 951**

51 Int. Cl.:

**F03D 1/06**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.12.2015** **E 15197492 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.02.2019** **EP 3032093**

54 Título: **Dispositivo de fijación para la fijación de una pala de rotor en un buje de rotor de un aerogenerador**

30 Prioridad:

**12.12.2014 DE 102014018280**

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

**18.09.2019**

73 Titular/es:

**INNOGY SE (100.0%)  
Operrplatz 1  
45128 Essen, DE**

72 Inventor/es:

**DAUM, KARLHEINZ**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 724 951 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 de fijación para la fijación de una pala de rotor en un buje de rotor de un aerogenerador

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de fijación para la fijación de una pala de rotor en un buje de rotor de un aerogenerador Además, la presente invención se refiere a un juego de reequipamiento para el aseguramiento de una fijación de una pala de rotor en un buje de rotor de un aerogenerador Además, la presente invención también se refiere a un aerogenerador con al menos una pala de rotor fijada en un buje de rotor mediante el dispositivo de fijación según la invención.

10 Por el estado de la técnica se conoce fijar una pala de rotor en un buje de rotor mediante una pluralidad de pernos de expansión y tuercas de fijación. Los pernos de expansión correspondientes comprenden una primera sección roscada y una segunda sección roscada, entre las que está dispuesta una zona de expansión con un diámetro exterior disminuido. Los pernos de expansión correspondientes están enroscados en los orificios roscados previstos para ello de una brida de fijación del aspa de rotor mediante las primeras secciones roscadas correspondientes. Los pernos de expansión están guiados a través de los orificios de paso de una brida de fijación del buje de rotor, de modo que las segundas secciones roscadas correspondientes sobresalen del buje de rotor. El aspa de rotor se fija entonces en el buje de rotor mediante tornillos de fijación, los cuales se enroscan sobre las segundas secciones roscadas correspondientes.

20 El documento EP0057272 A2 describe la fijación de una pala de rotor en un buje de rotor de un aerogenerador. Para la fijación se guía un tornillo a través de un orificio de fijación de una brida de buje de rotor. El tornillo presenta a este respecto una primera sección roscada en el lado final y una segunda sección roscada en el lado final. La primera sección roscada está enroscada a este respecto en un orificio roscado de la pala de rotor, y sobre la segunda sección roscada está prevista una tuerca de fijación para la fijación de la pala de rotor en el buje de rotor.

25 Para una fijación fiable del aspa de rotor en el buje de rotor se deben apretar las tuercas de fijación correspondientes con pares de fuerzas predeterminados, de modo que se establece una autorretención entre la segunda sección roscada y las tuercas de fijación, por lo que se impide un desenroscado de las tuercas de fijación de las segundas secciones roscadas correspondientes.

30 Pese a la autorretención de las tuercas de fijación, éstas se pueden aflojar con el transcurso del tiempo de las segundas secciones roscadas, de modo que ya no se garantiza una conexión fiable de la pala de rotor en el buje de rotor. Por ejemplo, debido a la selección de material para las aspas de rotor puede ser necesario apretar las tuercas de fijación con un par de fuerzas disminuido sobre las segundas secciones roscadas, para que el material del aspa de rotor no se deteriore. Cuando se usan, por ejemplo, materiales compuestos reforzados con fibras de carbono para las aspas de pala, las tuercas de fijación solo se pueden apretar con un par de fuerzas disminuido.

35 Por el estado de la técnica se conoce prever un adhesivo para el aseguramiento de la conexión entre las tuercas de fijación y las secciones roscadas entre la rosca exterior y la rosca interior. No obstante, esto conduce a que las tuercas de fijación ya no se puedan aflojar de las secciones roscadas correspondientes, lo que es problemático en particular en el caso de un mantenimiento o de una sustitución de un componente del aerogenerador.

40 El uso de una contratuerca para el aseguramiento de la posición de la tuerca de fijación sobre la sección roscada conduce al problema de que el apriete de la contratuerca se realiza con frecuencia con un giro en sentido contrario de la tuerca de fijación, por lo que se puede anular la autorretención entre la tuerca de fijación y la sección roscada del perno de expansión.

45 El documento EP 1878915 A2 describe una pala de rotor para una instalación de energía eólica. La pala de rotor se compone de varias partes, que se extienden a lo largo de la dirección longitudinal y que se pueden conectar entre sí mediante insertos. Para la conexión de los insertos, cada inserto presenta respectivamente un orificio de paso a través del que se puede guiar un tornillo de fijación. El tornillo de fijación presenta a este respecto en el lado final respectivamente una sección roscada sobre la que se pueden enroscar respectivamente una tuerca y una contratuerca.

La presente invención tiene el objetivo de proporcionar un dispositivo de fijación, mediante el que se posibilite una fijación fiable y reversible de un aspa de rotor en un buje de rotor de un aerogenerador.

Este objetivo se consigue mediante un dispositivo de fijación con las características de la reivindicación 1. Formas de realización ventajosas están descritas en las reivindicaciones dependientes de la reivindicación 1.

50 Además, la presente invención tiene el objetivo de proporcionar un juego de reequipamiento para el aseguramiento de una fijación de una pala de rotor en un buje de rotor de un aerogenerador, mediante el que se posibilita una fijación fiable y reversible del aspa de rotor en el buje de rotor del aerogenerador y que se puede instalar posteriormente en el aerogenerador con poco esfuerzo.

55 Este objetivo se consigue mediante un juego de reequipamiento con las características de la reivindicación 9. Formas de realización ventajosas están descritas en las reivindicaciones dependientes de la reivindicación 9.

Además, la presente invención tiene el objetivo de proporcionar un aerogenerador con una conexión segura de las aspas de rotor en el buje de rotor.

Este objetivo se consigue mediante un aerogenerador con las características de la reivindicación 10.

5 Más exactamente el objetivo que sirve de base a la presente invención se resuelve mediante un dispositivo de fijación para la fijación de una pala de rotor en un buje de rotor de un aerogenerador, en donde el dispositivo de fijación comprende un perno de expansión que se puede guiar a través de una abertura de fijación de una brida de buje de rotor con una primera sección roscada en el lado final y una segunda sección roscada en el lado final, en donde la primera sección roscada está configurada para la conexión con un orificio roscado previsto en la pala de rotor. El dispositivo de fijación comprende además una tuerca de fijación que se puede enroscar sobre la segunda sección roscada. El dispositivo de fijación está caracterizado por que este comprende además una tuerca de seguridad, que se puede enroscar sobre la segunda sección roscada y se puede poner en contacto al menos indirectamente con la tuerca de fijación enroscada sobre la segunda sección roscada, en donde la tuerca de seguridad ejerce una fuerza de apriete mayor sobre la segunda sección roscada que la tuerca de fijación.

15 Gracias a una configuración correspondiente del dispositivo de fijación se impide de forma fiable un aflojamiento de la tuerca de fijación de la segunda sección roscada, dado que el movimiento axial de la tuerca de fijación, ligado con el aflojamiento de la tuerca de fijación, se impide mediante la tuerca de seguridad. Un aflojamiento sucesivo de la tuerca de fijación de la segunda sección roscada se impide de forma fiable mediante el dispositivo de fijación según la invención, dado que debido a la autorretención adicional de la tuerca de seguridad se impide un aflojamiento de la tuerca de seguridad de la segunda sección roscada, por lo que también se impide un movimiento axial de la tuerca de fijación de la segunda sección roscada y por consiguiente un aflojamiento de la tuerca de fijación. Pero además también es posible aflojar la tuerca de seguridad mediante una herramienta apropiada de la segunda sección roscada, por lo que se posibilitan los trabajos de mantenimiento en el aerogenerador. Por ejemplo, un aspa del aerogenerador se puede desmontar del buje de rotor, en donde el dispositivo de fijación se puede reutilizar para la nueva fijación del aspa de rotor o de otra aspa de rotor en el buje de rotor.

25 La tuerca de seguridad está configurada de manera que un par de fuerzas necesario para el enroscado de la tuerca de seguridad sobre la segunda sección roscada es mayor que un par de fuerzas necesario para el desenroscado hacia abajo de la tuerca de seguridad desde la segunda sección roscada. Esto se consigue porque la tuerca de seguridad ejerce una fuerza de apriete sobre la segunda sección roscada en el caso del enroscado sobre ésta, que no ejerce o solo de forma disminuida la tuerca de seguridad durante el desenroscado hacia abajo desde la segunda sección roscada.

La tuerca de fijación puede estar configurada como tuerca con collar. El collar de la tuerca con collar se puede aplicar luego contra la brida de buje de rotor. Los pernos de expansión sirven como pernos de conexión también se pueden designar como tales. Mediante la tuerca de fijación enroscada sobre la segunda sección roscada se puede ejercer una fuerza de fijación en forma de una fuerza de compresión sobre la brida de fijación del buje de rotor.

35 Preferentemente la tuerca de seguridad presenta una prolongación de cuello con una ranura dispuesta en ella y una arandela de apriete dispuesta en esta ranura con una rosca interior de la arandela de apriete. La arandela de apriete se puede bascular y/o deformar a este respecto entre una posición de liberación y una posición de apriete dentro de la ranura. En la posición de liberación, la rosca interior de la arandela de apriete está decalada axialmente respecto a una rosca interior de la tuerca de seguridad, de modo que la segunda sección roscada no se puede engranar simultáneamente con la rosca interior de la tuerca de seguridad y la rosca interior del tornillo de apriete. La arandela de apriete se puede bascular y/o deformar de la posición de liberación a la posición de apriete, de modo que la tuerca de seguridad se enrosca sobre la segunda sección roscada, de modo que la segunda sección roscada engrana con una rosca interior de la tuerca de seguridad y la rosca interior de la arandela de apriete.

45 Gracias a la configuración correspondiente de la tuerca de seguridad se garantiza una autorretención fiable de la conexión entre la segunda sección roscada y la tuerca de seguridad, de modo que se dificulta y contrarresta un aflojamiento de la tuerca de seguridad y por consiguiente de la tuerca de fijación de la segunda sección roscada.

Preferentemente el dispositivo de fijación presenta además una arandela de compensación que se puede posicionar entre la tuerca de fijación y la tuerca de seguridad y que se puede empujar sobre la segunda sección roscada.

50 De este modo se posibilita que un extremo de la tuerca de seguridad respecto el perno de expansión presente una distancia de manera que, por ejemplo, un dispositivo de medición por ultrasonidos se pueda enroscar sobre la tuerca de seguridad para la medición de la longitud del perno o fijarse en general en la tuerca de seguridad.

55 Además, preferentemente el dispositivo de fijación comprende además un alambre de seguridad, que se puede conectar y/o está conectado con la tuerca de seguridad, en donde además el alambre de seguridad se puede conectar y/o está conectado en tensión con la brida de buje de rotor. Durante un desenroscado hacia abajo de la tuerca de seguridad desde la segunda sección roscada, el alambre de seguridad se enrolla sobre una circunferencia exterior de la tuerca de seguridad, de manera que el alambre de seguridad contrarresta el desenroscado hacia abajo de la tuerca de seguridad desde la segunda sección roscada. Mediante desenroscado hacia abajo de la tuerca de seguridad desde la segunda sección roscada se tensa así aún más el alambre de seguridad.

Gracias a una configuración correspondiente del dispositivo de fijación se contrarresta todavía más un aflojamiento de la tuerca de seguridad y por consiguiente también un aflojamiento de la tuerca de fijación de la segunda sección roscada, de modo que la conexión del aspa de rotor en el buje de rotor está configurada de nuevo de forma más fiable.

5 En otra realización preferida, el dispositivo de fijación comprende además un alambre de seguridad, que se puede conectar y/o está conectado con una primera tuerca de seguridad. Además, el alambre de seguridad se puede conectar y/o está conectado en tensión con una segunda tuerca de seguridad, que está dispuesta adyacente a la primera tuerca de seguridad sobre la brida de buje de rotor. Al girar hacia abajo la primera tuerca de seguridad desde la segunda sección roscada, el alambre de seguridad se enrolla sobre una circunferencia exterior de la tuerca de seguridad, de manera que el alambre de seguridad contrarresta un desenroscado hacia abajo de la primera tuerca de seguridad a partir de la segunda sección roscada.

10 Cuando, por ejemplo, se trata de rosca a la derecha en la segunda sección roscada correspondiente, entonces se induce un giro a la izquierda, es decir, un giro hacia abajo de la tuerca de seguridad de la segunda sección roscada, con un giro opuesto, es decir, con un giro a la derecha de la tuerca de seguridad adyacente, dado que la tuerca de seguridad adyacente, es decir, la segunda tuerca de seguridad, está conectada con la primera tuerca de seguridad a través del alambre.

15 Gracias a una configuración correspondiente del dispositivo de fijación se contrarresta todavía más un aflojamiento de la tuerca de seguridad y por consiguiente también un aflojamiento de la tuerca de fijación de la segunda sección roscada, de modo que la conexión del aspa de rotor en el buje de rotor está configurada de nuevo de forma más fiable.

20 Preferentemente la tuerca de seguridad presenta al menos un orificio de paso que discurre perpendicularmente a la abertura de paso de la tuerca de seguridad y el alambre de seguridad está guiado a través del orificio de paso. Una conexión correspondiente del alambre de seguridad con la tuerca de seguridad es especialmente estable. Además, de este modo y manera se pueden acoplar entre sí las tuercas de seguridad adyacentes entre sí.

25 Además, preferentemente la tuerca de seguridad presenta tres aberturas de paso, que discurren respectivamente respecto a la abertura de paso de la tuerca de seguridad y a través de las que está guiado respectivamente un alambre de seguridad. Esto eleva de nueva la seguridad de que la tuerca de seguridad no se desenrosque de la segunda sección roscada.

Además, preferentemente la tuerca de seguridad comprende un dispositivo de sujeción para la sujeción de un transceptor de ultrasonidos. El dispositivo de sujeción puede estar configurado, por ejemplo, como rosca interior o como rosca exterior sobre la tuerca de seguridad.

30 El objetivo que sirve de base a la presente invención también se resuelve mediante un juego de reequipamiento para el aseguramiento de una fijación de una pala de rotor en un buje de rotor de un aerogenerador, en donde la pala de rotor está conectada con el buje de rotor mediante un perno de expansión guiado a través de una abertura de fijación de una brida de buje de rotor, en donde el perno de expansión presenta una primera sección roscada en el lado final y una segunda sección roscada en el lado final, en donde la primera sección roscada está configurada para la conexión con un orificio roscado previsto en la pala de rotor, y en donde una tuerca de fijación enroscada sobre la segunda sección roscada prensa el aspa de rotor contra la brida de buje de rotor, en donde el juego de reequipamiento comprende una tuerca de seguridad, que se puede enroscar sobre la segunda sección roscada y se puede poner en contacto al menos indirectamente con la tuerca de fijación enroscada sobre la segunda sección roscada, en donde la tuerca de seguridad ejerce una fuerza de apriete elevada sobre la segunda sección roscada en el caso de un enroscado sobre la segunda sección roscada en comparación a un desenroscado hacia abajo desde la segunda sección roscada.

35 Preferentemente el juego de reequipamiento presenta además una arandela de compensación que se puede posicionar entre la tuerca de fijación y la tuerca de seguridad y que se puede empujar sobre la segunda sección roscada.

45 Además, más preferentemente el juego de reequipamiento presenta un alambre de seguridad, que se puede conectar con una primera tuerca de seguridad y con la brida de buje de rotor y/o con otra tuerca de seguridad.

El objetivo que sirve de base a la presente invención también se consigue mediante una instalación eólica con un buje de rotor y al menos una pala de rotor, en donde la pala de rotor está fijada en el buje de rotor mediante un dispositivo de conexión descrito arriba.

50 Otras ventajas, particularidades y características de la invención se deducen a continuación del ejemplo de realización explicado. A este respecto muestran en detalle:

Figura 1: una representación en planta de una brida de fijación de un aspa de rotor;

Figura 2: una representación en sección transversal de la brida de fijación a lo largo de la arista de corte A-A representada en la figura 1;

Figura 3: una ampliación de la zona caracterizada con Z de la brida de fijación representada en la figura 2;

Figura 4: una ampliación de la zona caracterizada con Y de la brida de fijación mostrada en la figura 1;

Figura 5: una representación en sección transversal del dispositivo de fijación según la invención;

Figura 6a: una sección a través de una pieza bruta de la tuerca de seguridad con una arandela de apriete insertada;

5 Figura 6b: una sección a través de una tuerca de seguridad labrada terminada;

Figura 7a: una vista en planta del dispositivo de fijación según la invención junto con un alambre de seguridad para el aseguramiento de tres tuercas de fijación; y

Figura 7b: una vista en planta del dispositivo de fijación según la invención junto con un alambre de seguridad para el aseguramiento de dos tuercas de fijación.

10 En la descripción ahora siguiente las mismas referencias designan los mismos componentes o mismas características, de modo que una descripción realizada en referencia a una figura en relación con un componente también es válida para las otras figuras, a fin de que se evite una descripción repetitiva. Además, también se pueden usar las características individuales, que se han descrito en relación con una forma de realización, por separado en otras formas de realización.

15 En las figuras 1 a 4 está representada una pala de rotor 10 en la zona de su brida de fijación 11. En particular en la figura 1 está representada una vista en planta de la brida de fijación 1, en la que están previstos una pluralidad de orificios roscados 12, en los que están enroscados respectivamente los pernos de expansión 30. La fijación de los pernos de expansión 30 en el orificio roscado 12 previsto para ello está representado en detalle en las figuras 2 y 3. Una vista en detalle de la disposición de los orificios roscados 12 sobre la brida de fijación 11 está representada en la figura 4. En el ejemplo de realización representado, en la brida de fijación 11 están previstos 128 orificios roscados 12 para la fijación de la pala de rotor 10 en una brida de buje de rotor 21 de un buje de rotor 20 representado en la figura 5 en sección transversal.

25 Según se ve en particular en la figura 3, el perno de expansión 30 está enroscado en el orificio roscado 12 mediante una primera sección roscada 31. Para la fijación en el buje de rotor 20, más exactamente en la brida de buje de rotor 21, la brida de fijación 11 de la pala de rotor 10 se posiciona en frente de la brida de buje de rotor 21, de modo que los pernos de expansión 30 pasan a través de aberturas de fijación 22 previstas para ello en la brida de buje de rotor 21. A continuación la brida de buje de rotor 21 se aprieta mediante una tuerca de fijación 40 enroscada sobre la segunda sección roscada 32 del perno de expansión 30 contra la brida de buje de rotor 21 con un par de fuerzas predeterminado.

30 Debido a la sollicitación permanente de la conexión entre la pala de rotor 10 y el buje de rotor 20 se puede aflojar la conexión entre la tuerca de fijación 40 y la segunda sección roscada 32 del perno de expansión 30 con el transcurso del tiempo.

35 En la figura 5 está representado un dispositivo de fijación según la presente invención en sección transversal. El dispositivo de fijación está configurado para la fijación de una pala de rotor 10 en un buje de rotor 20 de un aerogenerador. El dispositivo de fijación comprende un perno de expansión 30 que se puede guiar a través de una abertura de fijación 22 de la brida de buje de rotor 21 con una primera sección roscada 31 en el lado final, la cual está enroscada en un orificio roscado 12 previsto para ello de la brida de fijación 11. Una tuerca de fijación 40 está enroscada sobre la segunda sección roscada 32 del perno de expansión 30, en donde un collar de la tuerca de fijación 40 a designar también como tuerca con collar está aplicado en un lado posterior de la brida de buje de rotor 21. Por consiguiente la brida de buje de rotor 21 y la brida de fijación 11 se aprietan una sobre otra.

40 Según se ve en la figura 5, sobre la segunda sección roscada 32 está enroscada adicionalmente a la tuerca de fijación 40 una tuerca de seguridad 50, que también se puede designar como tuerca de detección 50, en donde entre la tuerca de seguridad 50 y la tuerca de fijación 40 está dispuesta una arandela de compensación 60. La tuerca de seguridad 50 provoca que se contrarreste un desenroscado o desenroscado hacia abajo de la tuerca de fijación 40 de la segunda sección roscada 32, dado que la tuerca de seguridad 50 ejerce una fuerza de apriete mayor sobre la segunda sección roscada 32 que la tuerca de fijación 40.

45 En la figura 6b está representada una sección a través de la tuerca de seguridad 50 representada en la figura 5, en donde en la figura 6a está representada una pieza bruta de la tuerca de seguridad con una arandela de apriete 54 insertada. Según se ve en la figura 6b, la tuerca de seguridad 50 presenta una prolongación de cuello 52 con una ranura 53 dispuesta en ella y una arandela de apriete 54 dispuesta en esta ranura 53, en donde la arandela de apriete 54 presenta una rosca interior de la arandela de apriete 55. La arandela de apriete 54 está deformada de modo que la rosca interior de la arandela de apriete 55 está decalada axialmente respecto a una rosca interior 51, que está configurada lateralmente en una abertura de paso 56 de la tuerca de seguridad 50, de modo que un perno roscado, más exactamente la segunda sección roscada 32 no puede engranar simultáneamente con la rosca interior 51 de la tuerca de seguridad 50 y la rosca interior de la arandela de apriete 55. Este posicionamiento de la rosca interior de la

arandela de apriete 55 respecto a la rosca interior 51 también se designa como posición de liberación de la arandela de apriete 54.

5 La arandela de apriete 54 se puede bascular y/o deformar de una posición de liberación a la posición de apriete, de modo que la tuerca de seguridad 50 se enrosca sobre un perno roscado, más exactamente sobre la segunda sección roscada 32, de modo que la segunda sección roscada 32 engrana con la rosca interior 51 de la tuerca de seguridad 50 y la rosca interior de la arandela de apriete 55. Debido a la deformación de la arandela de apriete 54, la arandela de apriete 55 en la posición de apriete ejerce tanto una fuerza de apriete axial como también radial sobre la segunda sección roscada 32.

10 Gracias a la configuración correspondiente de la tuerca de seguridad 50, el momento de desenrosque también es suficientemente elevado tras repetidos enroscados y desenroscados, a fin de evitar un desenrosque de la tuerca de seguridad 50 de la segunda sección roscada 32.

15 En otras palabras, en la cabeza de la tuerca de seguridad 50 está prensado de forma fija un anillo metálico elástico 54 con rosca 55. La rosca interior de la arandela de apriete 55 y la rosca interior 51 de la tuerca de seguridad 50 están decaladas en pendiente. Durante el montaje sobre un tornillo o sobre un perno roscado se tensa el anillo de apriete 54 debido al decalado de pendiente y provoca un efecto de apriete axial y radial. A este respecto, la segunda sección roscada 32 del perno de expansión 30 no se deteriora de modo que la tuerca de seguridad 50 se puede usar varias veces.

20 Según se ve en la figura 5, la tuerca de seguridad 50 presenta además al menos un orificio de paso 57, que está orientado perpendicularmente a la abertura de paso 56 de la tuerca de seguridad 50. En las figuras 7a y 7b está representado que a través de los orificios de paso 57 de tuercas de seguridad 50 adyacentes está guiado un alambre de seguridad 70, de manera que al desenroscar o desenroscar hacia abajo una de las tuercas de seguridad 50 de la segunda sección roscada 32 se enrolla el alambre de seguridad 70 sobre una circunferencia exterior de la tuerca de seguridad 50 soltada, de manera que el alambre de seguridad 70 contrarresta el desenroscado de la tuerca de seguridad 50 de la segunda sección roscada 32.

25 Cuando, por ejemplo, la tuerca de seguridad 50 representada en la figura 7a en el centro se gira hacia la izquierda, es decir, se desenrosca, entonces este giro del tornillo de seguridad central provoca un giro a la derecha correspondiente de los alambres de seguridad 50 adyacentes, es decir, un apriete de las tuercas de seguridad 50 adyacentes debido al acoplamiento con los tornillos de seguridad 50 adyacentes mediante el alambre de seguridad 70. En consecuencia se detiene el aflojamiento o desenroscado hacia abajo de una tuerca de seguridad 50 mediante el acoplamiento con las tuercas de seguridad 50 adyacentes mediante el alambre de seguridad 70. En la figura 7b está representado este principio de acción en un par de tornillos de seguridad 50, que están acoplados entre sí de modo y manera correspondiente mediante un alambre de seguridad 70.

**Lista de referencias**

- 10 Pala de rotor / aspa de rotor (de un aerogenerador)
- 35 11 Brida de fijación (de la pala de rotor)
- 12 Orificio roscado (en la brida de fijación de la pala de rotor)
- 20 Buje de rotor (de un aerogenerador)
- 21 Brida de buje de rotor
- 22 Abertura de fijación (en la brida de buje de rotor)
- 40 30 Perno de expansión
- 31 Primera sección roscada (del perno de expansión)
- 32 Segunda sección roscada (del perno de expansión)
- 33 Sección de expansión (del perno de expansión)
- 40 Tuerca de fijación (del dispositivo de fijación)
- 45 50 Tuerca de seguridad / tuerca de detención (del dispositivo de fijación)
- 51 Rosca interior (de la tuerca de seguridad)
- 52 Prolongación de cuello (de la tuerca de seguridad)
- 53 Ranura (en la prolongación de cuello de la tuerca de seguridad)

## ES 2 724 951 T3

54	Arandela de apriete / anillo de apriete / arandela anular roscada (de la tuerca de seguridad)
55	Rosca interior de la arandela de apriete / rosca interior del anillo de apriete
56	Abertura de paso (de la tuerca de seguridad)
57	Abertura de paso / abertura tangencial (en la tuerca de seguridad)
5	60 Arandela de compensación (del dispositivo de fijación)
	70 Alambre de seguridad (del dispositivo de fijación)

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo de fijación para la fijación de una pala de rotor (10) en un buje de rotor (20) de un aerogenerador, que comprende:

5 - un perno de expansión (30) que se puede guiar a través de una abertura de fijación (22) de una brida de buje de rotor (21) con una primera sección roscada (31) en el lado final y una segunda sección roscada (32) en el lado final, en donde la primera sección roscada (31) está configurada para la conexión con un orificio roscado (12) previsto en la pala de rotor (10); y

- una tuerca de fijación (40) que se puede enroscar sobre la segunda sección roscada (32),

10 en donde el dispositivo de fijación está caracterizado por que este comprende además una tuerca de seguridad (50), que se puede enroscar sobre la segunda sección roscada (32) y se puede poner en contacto al menos indirectamente con la tuerca de fijación (40) enroscada sobre la segunda sección roscada (32), en donde la tuerca de seguridad (50) ejerce una fuerza de apriete mayor sobre la segunda sección roscada (32) que la tuerca de fijación (40).

2. Dispositivo de fijación según la reivindicación 1, caracterizado por las características siguientes:

15 - la tuerca de seguridad (50) presenta una prolongación de cuello (52) con una ranura (53) dispuesta en ella y una arandela de apriete (54) dispuesta en esta ranura (53) con una rosca interior de la arandela de apriete (55);

- la arandela de apriete (54) se puede bascular y/o deformar entre una posición de liberación y una posición de apriete dentro de la ranura (53);

20 - en la posición de liberación, la rosca interior de la arandela de apriete (55) está decalada axialmente respecto a una rosca interior (51) de la tuerca de seguridad (50), de modo que la segunda sección roscada (32) no puede engranar simultáneamente con la rosca interior (51) de la tuerca de seguridad (50) y la rosca interior del tornillo de apriete (55); y

25 - la arandela de apriete (54) se puede bascular y/o deformar de la posición de liberación a la posición de apriete, de modo que la tuerca de seguridad (50) se enrosca sobre la segunda sección roscada (32), de modo que la segunda sección roscada (32) engrana con una rosca interior (51) de la tuerca de seguridad (50) y la rosca interior de la arandela de apriete (55).

3. Dispositivo de fijación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el dispositivo de fijación comprende además una arandela de compensación (60) que se puede posicionar entre la tuerca de fijación (40) y la tuerca de seguridad (50) y que se puede empujar sobre la segunda sección roscada (32).

4. Dispositivo de fijación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por las características siguientes:

30 - el dispositivo de fijación comprende además un alambre de seguridad (70), que se puede conectar y/o está conectado con la tuerca de seguridad (50);

- además, el alambre de seguridad (70) se puede conectar y/o está conectado en tensión con la brida de buje de rotor (21); y

35 - durante un desenroscado hacia abajo de la tuerca de seguridad (50) desde la segunda sección roscada (32), el alambre de seguridad (70) se enrolla sobre una circunferencia exterior de la tuerca de seguridad (50), de manera que el alambre de seguridad (70) contrarresta el desenroscado hacia abajo de la tuerca de seguridad (50) desde la segunda sección roscada (32).

5. Dispositivo de fijación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por las características siguientes:

40 - el dispositivo de fijación comprende además un alambre de seguridad (70), que se puede conectar y/o está conectado con una primera tuerca de seguridad (50);

45 - además, el alambre de seguridad (70) se puede conectar y/o está conectado en tensión con una segunda tuerca de seguridad (50), que está dispuesta adyacente a la primera tuerca de seguridad (50) sobre la brida de buje de rotor (21); y

- durante un desenroscado hacia abajo de la tuerca de seguridad (50) desde la segunda sección roscada (32), el alambre de seguridad (70) se enrolla sobre una circunferencia exterior de la tuerca de seguridad (50), de manera que el alambre de seguridad (70) contrarresta un desenroscado hacia abajo de la tuerca de seguridad (50) desde la segunda sección roscada (32).

50 6. Dispositivo de fijación según una de las reivindicaciones 4 o 5, caracterizado por que la tuerca de seguridad (50)



presenta al menos un orificio de paso (57) que discurre perpendicularmente al orificio de paso (56) de la tuerca de seguridad (50), y el alambre de seguridad (70) está guiado a través del orificio de paso (57).

- 5 7. Dispositivo de fijación según la reivindicación 6 caracterizado por que la tuerca de seguridad (50) presenta tres orificios de paso (57) que discurren respectivamente perpendicularmente a la abertura de paso (56) de la tuerca de seguridad (50), a través de los que está guiado respectivamente un alambre de seguridad (70).
8. Dispositivo de fijación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por la tuerca de seguridad (50) comprende un dispositivo de sujeción para la sujeción de transceptor de ultrasonidos.
- 10 9. Procedimiento para el aseguramiento de una fijación de una pala de rotor (10) en un buje de rotor (20) de un aerogenerador, en donde la pala de rotor (10) está conectada con el buje de rotor (20) mediante un perno de expansión (30) guiado a través de una abertura de fijación (22) de una brida de buje de rotor (21), en donde el perno de expansión (30) presenta una primera sección roscada (31) en el lado final y una segunda sección roscada (32) en el lado final, en donde la primera sección roscada (31) está configurada para la conexión con un orificio roscado (12) previsto en la pala de rotor (10), y en donde una tuerca de fijación (40) enroscada sobre la segunda sección roscada (32) prensa la pala de rotor (10) contra la brida de buje de rotor (21), en donde el procedimiento comprende lo siguiente:
- 15 - enroscado de una tuerca de seguridad (50) sobre la segunda sección roscada (32) y al menos indirectamente puesta en contacto de la tuerca de seguridad (50) con la tuerca de fijación (40) enroscada sobre la segunda sección roscada (32), en donde la tuerca de seguridad (50) ejerce una fuerza de apriete elevada sobre la segunda sección roscada (32) en el caso del enroscado sobre la segunda sección roscada (32) en comparación a un desenroscado hacia abajo desde la segunda sección roscada (32).
- 20 10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado por que una arandela de compensación (60) se posiciona además entre la tuerca de fijación (40) y la tuerca de seguridad (50) y se empuja sobre la segunda sección roscada (32).
- 25 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 o 10, caracterizado por que un alambre de seguridad (70) se conecta con una primera tuerca de seguridad (50) y con la brida de buje de rotor (21) y/o con otra tuerca de seguridad (50).
12. Aerogenerador con un buje de rotor (20) y al menos una pala de rotor (10), en donde la pala de rotor (10) está fijada en el buje de rotor (20) mediante un dispositivo de fijación según una de las reivindicaciones 1 a 8.

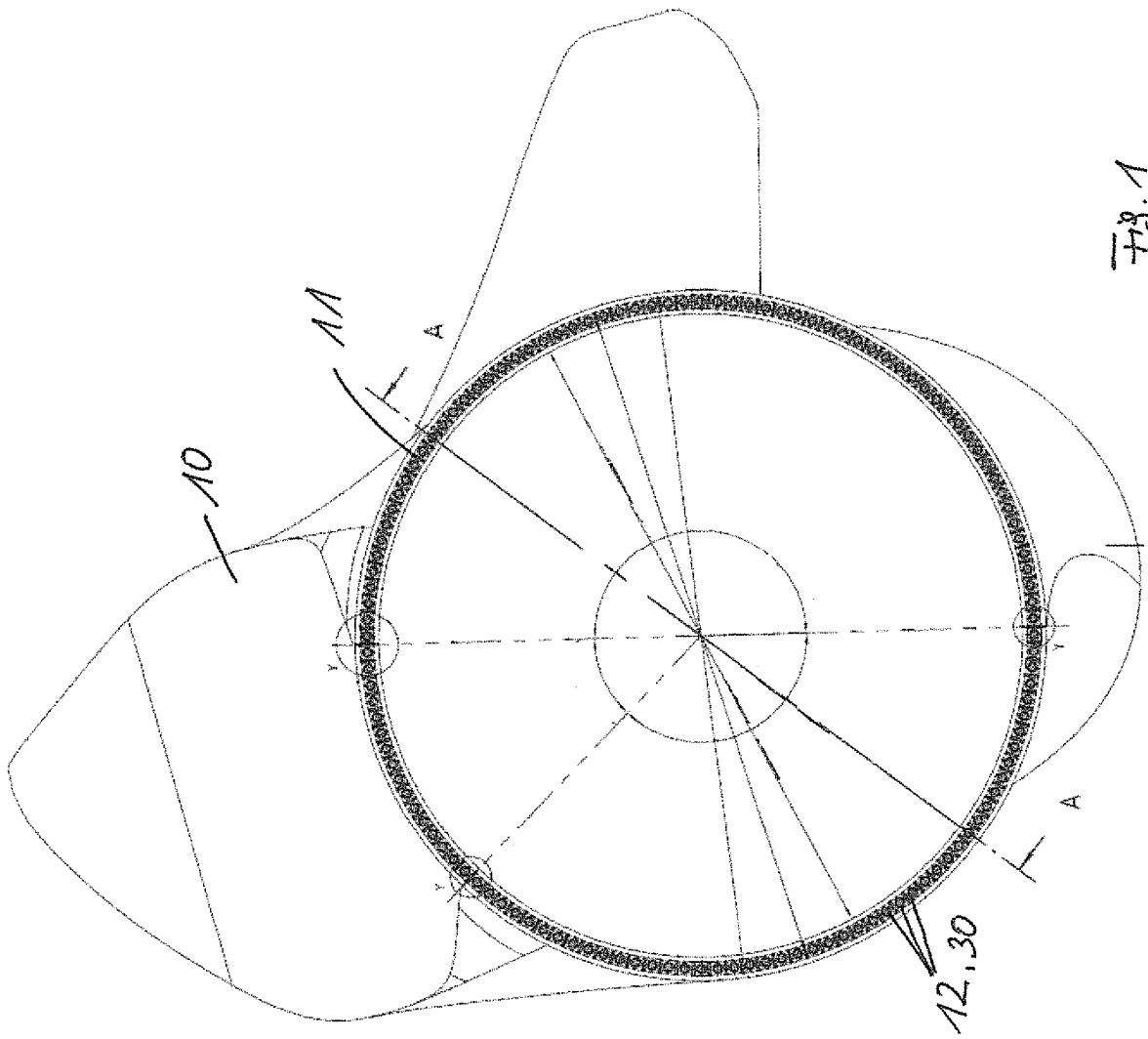


Fig. 1

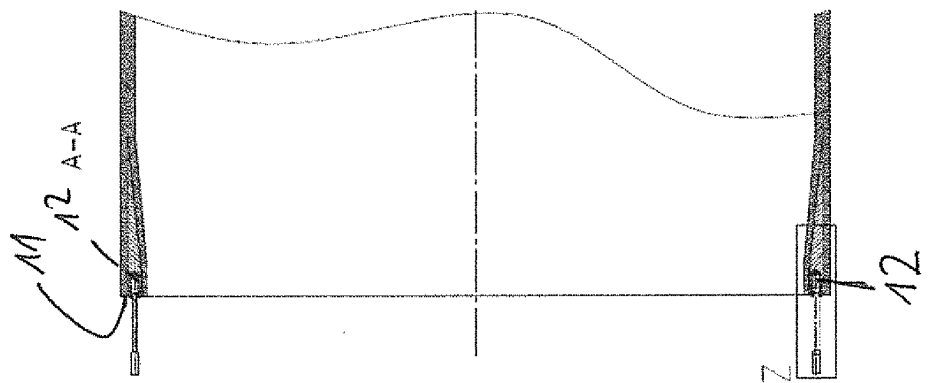


Fig. 2

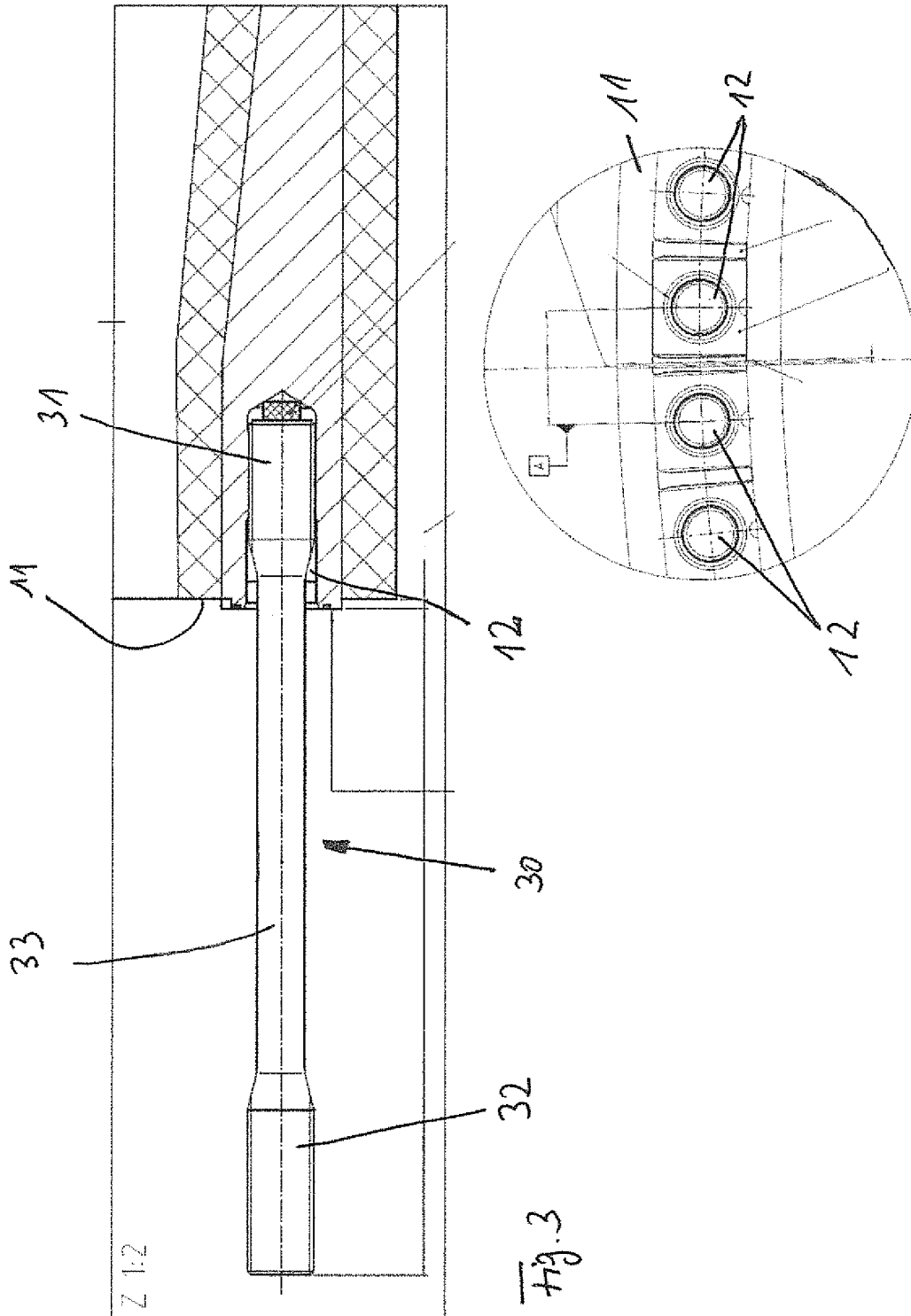
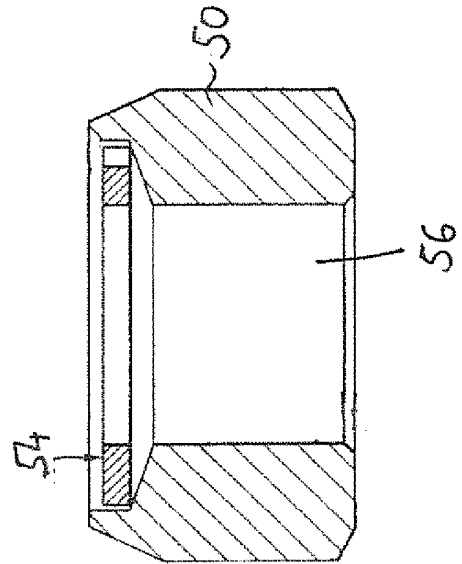
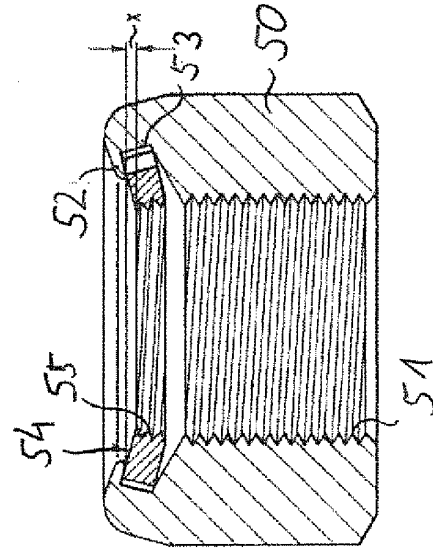
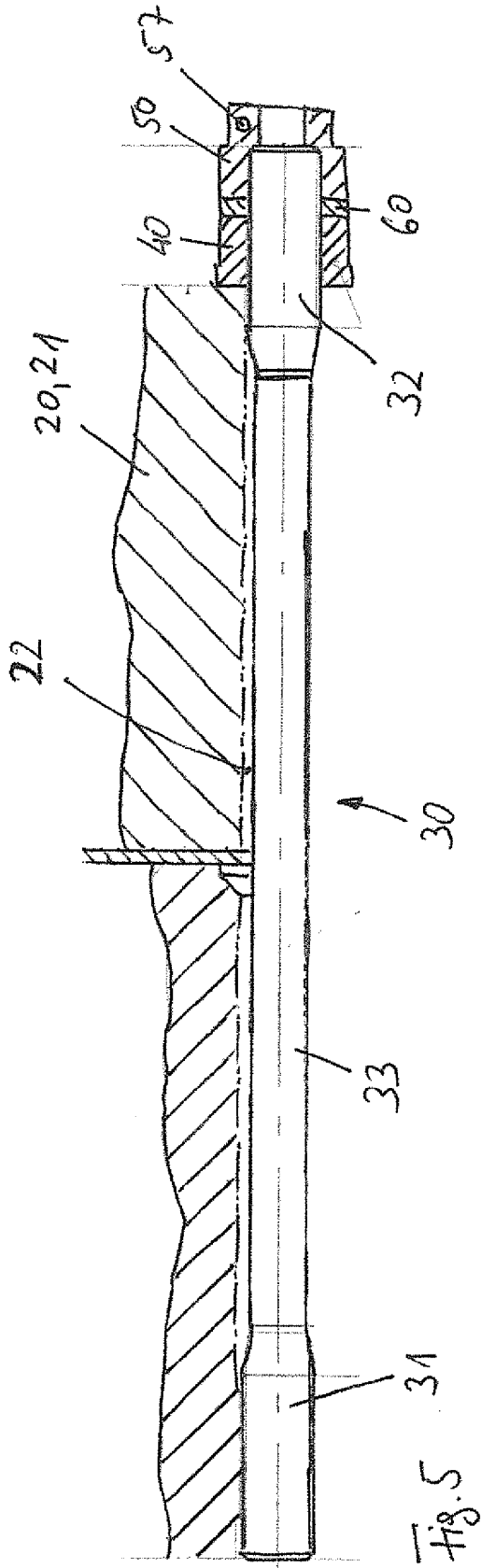


Fig. 4

Fig. 3



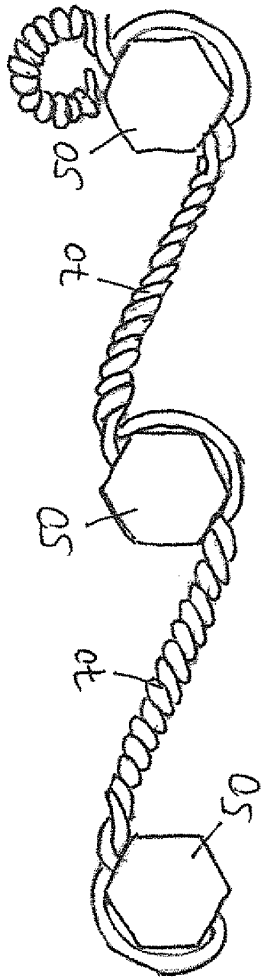


Fig. 7a

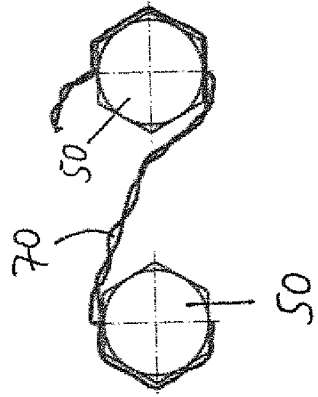


Fig. 7b