

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 886 879**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

F03D 15/00 (2006.01)

F03D 13/20 (2006.01)

F03D 13/10 (2006.01)

F03D 80/00 (2006.01)

F16B 5/02 (2006.01)

F16B 7/18 (2006.01)

F16B 19/02 (2006.01)

F16B 35/02 (2006.01)

F16B 35/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.11.2018** **E 18207201 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.06.2021** **EP 3657012**

54 Título: **Perno de centraje para producir una unión abridada entre dos piezas constructivas de un aerogenerador, procedimiento para producir una unión abridada, así como unión abridada**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.12.2021

73 Titular/es:

NORDEX ENERGY SE & CO. KG (100.0%)
Langenhorner Chaussee 600
22419 Hamburg, DE

72 Inventor/es:

WERNER, MARKUS

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 886 879 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

Perno de centraje para producir una unión abridada entre dos piezas constructivas de un aerogenerador, procedimiento para producir una unión abridada, así como unión abridada

5 Perno de centraje para producir una unión abridada entre dos piezas constructivas de un aerogenerador, procedimiento para producir una unión abridada, así como unión abridada. La invención se refiere a un perno de centraje para producir una unión abridada entre dos piezas constructivas de un aerogenerador. La invención se refiere también a un procedimiento para producir una unión abridada, así como una unión abridada.

10 Se conoce una diversidad de aerogeneradores con palas de aerogenerador por el estado de la técnica y se emplean para convertir energía eólica en energía eléctrica. Los aerogeneradores presentan una pluralidad de piezas constructivas que se unen mediante una unión abridada. Por ejemplo, en la zona de una raíz de pala de rotor las palas de rotor presentan una conexión de pala de rotor con una pluralidad de taladros, por ejemplo, casquillos integrados en el laminado, a través de los cuales las palas de rotor se unen mediante pernos roscados de sujeción con un anillo de cojinete de un así llamado cojinete de regulación de ángulo de paso o con una pieza constructiva unida al anillo de cojinete como, por ejemplo, un extensor del aerogenerador. Los casquillos pueden ser parte de un inserto de brida para la conexión de pala de rotor. Una estructura de este tipo se divulga, por ejemplo, por el documento de solicitud internacional WO 2015/124568 A1. El documento EP 3193011 A1 divulga un perno con un casquillo de centraje.

15 Como alternativa se emplean uniones abridadas con o sin casquillos también en la unión de segmentos de pala de rotor que dispuestas y ensambladas longitudinalmente forman una pala de rotor. Los casquillos se encuentran entonces en el laminado de una brida de división de los segmentos de pala de rotor. Los segmentos de pala de rotor se unen entre sí mediante pernos roscados directamente o a través de piezas intermedias adecuadas.

20 Un objetivo en el que se basa la invención es indicar un concepto para una unión abridada de dos piezas constructivas de un aerogenerador que permite una producción fiable de la unión abridada.

25 De acuerdo con un primer aspecto se divulga un perno de centraje para producir una unión abridada entre dos piezas constructivas de un aerogenerador, en particular, entre una pala de rotor y un buje del rotor o entre un árbol de rotor y un buje del rotor. El perno de centraje presenta un vástago con un eje longitudinal. El vástago presenta a lo largo del eje longitudinal una sección con un primer diámetro externo y una segunda sección que sigue a la primera sección que presenta un segundo diámetro externo menor en comparación con el primer diámetro externo. El vástago presenta un casquillo de centraje que está montado por deslizamiento en la segunda sección del vástago. El casquillo de centraje está alojado en el vástago de manera giratoria alrededor del eje longitudinal. El casquillo de centraje está fijado contra el desplazamiento axialmente con respecto al eje longitudinal. El casquillo de centraje presenta un diámetro externo de casquillo que es mayor que el primer diámetro externo. El perno de centraje está configurado para montarse para producir la unión abridada en dos taladros de conexiones de brida alineados entre sí de ambas piezas constructivas que van a unirse entre sí de tal modo que el casquillo de centraje está dispuesto en los dos taladros alineados para el centraje de las piezas constructivas.

30 Por perno de centraje se entiende en este caso y en lo sucesivo un perno que sirve para el centraje de las dos piezas constructivas entre sí. El perno de centraje se atornilla para producir la unión abridada en una de las dos piezas constructivas. Adicionalmente, ambas piezas constructivas están unidas firmemente mediante una pluralidad de pernos de cojinete (también pernos roscados o pernos de extensión) para producir la unión abridada. Los pernos de cojinete tienen normalmente resistencias claramente más altas que los pernos de centraje dado que estos se ocupan permanentemente de la unión de ambas piezas constructivas. Los pernos de cojinete no son adecuados, además, para el centraje, porque estos normalmente presentan una sección en particular entallada en la zona de brida para poder alojar mejor fuerzas de flexión y de expansión. Los pernos de cojinete no tienen ningún casquillo de centraje. Los pernos de centraje se retiran de nuevo para producir la unión abridada, es decir, tras la fijación de todos los pernos de cojinete y se reemplazan por pernos de cojinete dado que los pernos de centraje en el funcionamiento correcto como pernos de cojinete se romperían fácilmente o no funcionaría. A este respecto los pernos de centraje se desmontan de uno de los taladros alineados que está realizado normalmente como taladro de paso. Finalmente, por lo tanto, ambas piezas constructivas están conectadas exclusivamente a través de pernos de cojinete.

35 El perno de centraje descrito hace posible un centraje especialmente sencillo y seguro de ambas piezas constructivas que van a montarse, en donde el perno de centraje se retira a continuación, de nuevo de los taladros de ambas piezas constructivas unidas y puede reutilizarse para otras uniones. Esto se consigue, en particular, mediante distintos detalles. Por un lado, el vástago y los diámetros externos correspondientes están seleccionados de modo que el diámetro externo de casquillo supera ambos diámetros externos de las secciones de vástago. Por ello, queda garantizado que el centraje en la zona de brida se realiza esencialmente solo a través del casquillo de centraje. Por otro lado, el casquillo está alojado de manera giratoria y, además, fijado axialmente de modo que el perno de centraje tras producirse la unión abridada puede retirarse de nuevo mediante desenroscado y extracción. Por ejemplo, el perno de centraje se desenrosca al menos de uno de los taladros. La realización descrita del perno de centraje hace posible que este en el desmontaje no se dañe esencialmente y no queden restos del perno de centraje, por ejemplo, del casquillo de centraje, en los taladros correspondientes. Por ello, a continuación, pueden insertarse pernos de cojinete en los taladros liberados. Por consiguiente, pueden emplearse de nuevo los pernos de centraje.

Una ventaja adicional que representa al mismo tiempo un perfeccionamiento preferido consiste en que el casquillo puede estar configurado de una sola pieza. La propiedad de formar una sola pieza hace posible una producción más asequible y más sencilla, así como fabricación del perno de centraje. Además, contribuye a que el casquillo soporte las fuerzas mecánicas al retirar el perno de centraje y no falle, lo que como se ha indicado anteriormente, puede llevar a que queden restos en los taladros. Estos restos tendrían que retirarse con dificultad. En el peor de los casos los taladros ya no pueden emplearse para un perno de cojinete, por lo que pueden originarse problemas de estabilidad.

Una ventaja adicional en el uso del casquillo de centraje divulgado reside en que no sea necesario ningún uso de lubricantes en la producción de la unión abridada. Por ello, se impide una contaminación del atornillado con grasa, de modo que no existe ningún peligro de que la unión abridada de ambas piezas constructivas se separe.

Los taladros de las conexiones de brida están dispuestos, por regla general, en forma de arco circular. Preferentemente, se emplean dos, tres o cuatro pernos de centraje en la producción de la unión abridada, estos pueden disponerse por parejas enfrentados o distribuidos uniformemente por el perímetro. En total son concebibles de dos a doce pernos de centraje. Aunque por ello se produzcan estrictamente hablando sobredeterminaciones mecánicas, de este modo pueden compensarse elasticidades de las piezas constructivas que van a unirse de un aerogenerador, en particular, deformaciones de las palas de rotor.

El perno de centraje descrito es adecuado, en particular, para la unión de una pala de rotor con una pieza constructiva complementaria correspondiente en el buje, por ejemplo, un cojinete de regulación de ángulo de paso o un extensor. Allí se emplean preferentemente de tres a seis o más de tales pernos de centraje. El perno de centraje es adecuado también para el posicionamiento de buje respecto a árbol, cojinetes de regulación de ángulo de paso respecto al buje o de segmentos de torre entre sí. Debido a las mayores rigideces en estos casos, han de preferirse solo dos de tales pernos de centraje.

Los diámetros externos descritos son, por ejemplo, diámetros externos máximos de las secciones de vástago correspondientes o del casquillo de centraje. Preferentemente, el diámetro externo de casquillo es el diámetro mayor de todo el perno de centraje. Cabe mencionar en este punto que las comparaciones de los diámetros pueden referirse a las medidas y tolerancias en el intervalo de décimas de milímetros.

El vástago del perno de centraje se compone, en caso ideal, de un acero dúctil, pero de alta resistencia, para proporcionar una resistencia suficiente y, por ejemplo, ser tolerante con respecto a posibles entalladuras. Ambas secciones, así como dado el caso, otras secciones del vástago con diferentes diámetros, están realizadas, por ejemplo, mediante escalones de árbol.

La primera sección del vástago presenta, por ejemplo, un extremo axial del perno de centraje. La primera sección presenta, por ejemplo, al menos parcialmente una rosca externa, a través de la cual el perno de centraje puede fijarse a través de una tuerca de perno a una de las piezas constructivas. La primera y la segunda sección están dispuestas, por ejemplo, la una directamente junto a la otra.

De acuerdo con una forma de realización, el casquillo de centraje está asegurado en arrastre de forma en el vástago mediante un anillo de seguridad axialmente con respecto al eje longitudinal. Como alternativa, el casquillo de centraje está asegurado en el vástago en arrastre de forma mediante un casquillo de seguridad axialmente con respecto al eje longitudinal. En ambos casos se hace posible un aseguramiento axial en arrastre de forma, seguro. Por ello, se hacen posibles las ventajas y funciones anteriores. El anillo de seguridad hace posible una producción asequible y sencilla. El casquillo de seguridad hace posible la integración de funciones adicionales como, por ejemplo, una rosca externa para atornillar todo el perno de centraje en una perforación. El diámetro externo del anillo de seguridad o del casquillo de seguridad es, por ejemplo, menor que el diámetro externo del casquillo de centraje.

De acuerdo con una forma de realización, entre el casquillo de seguridad o el anillo de seguridad y el casquillo de centraje están dispuestos también uno o varios casquillos de separación que están montados por deslizamiento en el vástago. Por ello, puede conseguirse una forma de vástago especialmente larga. Esto es ventajoso, por ejemplo, con vistas a la resistencia de la unión abridada, y/o hace posible la superación de grandes distancias en la unión abridada. El casquillo de seguridad o el anillo de seguridad tienen diámetros menores que el casquillo de centraje.

De acuerdo con una forma de realización, el casquillo de seguridad está atornillado en el vástago. Por ello, se alcanza un aseguramiento axial especialmente seguro en cuanto a la mecánica que resiste la retirada posterior del perno de centraje. De manera especialmente preferente, el casquillo de seguridad está unido con el vástago mediante una rosca a la izquierda.

De acuerdo con una forma de realización, el casquillo de seguridad está atornillado en una tercera sección del vástago, que está dispuesta a continuación de la primera y segunda sección, y presenta un tercer diámetro externo que es menor que el segundo diámetro externo. Por ello, por ejemplo, en comparación con un montaje por deslizamiento en la segunda sección, puede emplearse un casquillo de seguridad con un espesor de pared mayor que, solo o junto con los casquillos de separación, asegura axialmente el casquillo de centraje axial. Esto contribuye a una disposición especialmente estable. El uno o varios casquillos de separación pueden estar dispuestos en la segunda, tercera o ambas secciones del vástago. La tercera sección está dispuesta, por ejemplo, directamente junto a la segunda sección. También el tercer diámetro externo es, por ejemplo, un diámetro externo máximo de la tercera sección.

De acuerdo con una forma de realización, el casquillo de seguridad presenta una rosca externa para enroscarse en una rosca interna de una de las dos piezas constructivas. El casquillo de seguridad hace posible, por ello, una función adicional, concretamente el enroscado del perno de centraje con un extremo en el taladro de una de las piezas constructivas, por ejemplo, de la pala de rotor. La previsión de la rosca externa en el casquillo de seguridad hace posible también que el perno pueda adaptarse fácilmente a taladros o piezas constructivas diferentes mediante reemplazo del casquillo de seguridad, sin emplear necesariamente un perno de centraje de dimensiones completamente diferentes. Como alternativa, sin embargo, la rosca externa en lugar de en el casquillo de seguridad también puede estar configurada en el propio vástago, por ejemplo, en una sección adicional con diámetro disminuido. La rosca interna de una de las piezas constructivas está prevista, por ejemplo, en un inserto como un casquillo de cojinete. Sin embargo, la rosca interna puede estar configurada también en otra pieza constructiva o en otro componente.

De acuerdo con una forma de realización, el casquillo de seguridad presenta un material que garantiza propiedades de resistencia para la marcha en seco. Esto hace posible, por ejemplo, un buen desenroscado del casquillo de seguridad enroscado del taladro correspondiente cuando los pernos de centraje se retiran tal como se ha descrito anteriormente. En particular, el material está seleccionado de modo que, por ejemplo, en el enroscado no puede producirse ningún "agarrotamiento". El material es, por ejemplo, bronce, fundición roja, PTFE, otro lubricante sólido que esté unido firmemente con el casquillo, o esté compuesto por el casquillo. Los lubricantes como los descritos anteriormente pueden omitirse.

De acuerdo con una forma de realización, el casquillo de centraje con respecto al eje longitudinal, en un extremo axial dirigido a la primera sección presenta una primera sección o primer bisel circunferencial cónico. Esto facilita la inserción del perno de centraje en un taladro correspondiente, o el desmontaje del perno de centraje de las dos piezas constructivas unidas entre sí.

De acuerdo con una forma de realización, el casquillo de centraje con respecto al eje longitudinal en un extremo axial opuesto a la primera sección, presenta una segunda sección o segundo bisel cónico. El segundo bisel facilita el montaje del perno de centraje en un taladro correspondiente, en particular, cuando el perno de centraje se inserta, al menos parcialmente, en un taladro correspondiente de una de las piezas constructivas.

De acuerdo con una forma de realización, el segundo bisel sirve como tope o superficie de tope en el montaje en un taladro de una de las dos piezas constructivas. Por ello, el segundo bisel, en cooperación con el taladro correspondiente delimita la introducción del perno de centraje. Opcionalmente, por ello exclusivamente a través del segundo bisel se produce un contacto del casquillo de centraje con la pared interna del taladro de una de las piezas constructivas (por ejemplo, de un casquillo de cojinete de una brida de pala de rotor) en la zona de brida. Por ello, se hace posible un montaje y centraje definidos.

De acuerdo con una forma de realización, el casquillo de centraje presenta un material deslizante que garantiza propiedades de resistencia para la marcha en seco. Es válido de manera análoga lo dicho con respecto al casquillo de seguridad. Un material así hace posible de manera especialmente adecuada el desmontaje del perno de centraje de taladros alineados de las dos piezas constructivas unidas entre sí.

De acuerdo con un segundo aspecto se desvela un procedimiento para producir una unión abridada entre dos piezas constructivas de un aerogenerador, en particular, entre una pala de rotor y un buje del rotor, o entre un árbol de rotor y un buje del rotor. El procedimiento presenta las siguientes etapas:

- facilitar un perno de centraje según una de las formas de realización anteriormente descritas,
- facilitar una pluralidad de pernos de cojinete,
- montar el perno de centraje en un taladro correspondiente de una conexión de brida de la primera pieza constructiva, de modo que este sobresale del taladro correspondiente,
- montar la pluralidad de pernos de cojinete en taladros correspondientes de la conexión de brida de la primera pieza constructiva, de modo que estos sobresalen de los taladros correspondientes,
- orientar ambas piezas constructivas de tal modo que los taladros de la conexión de brida de la primera pieza constructiva y taladros de una conexión de brida de la segunda pieza constructiva están dispuestos alineados entre sí,
- ensamblar ambas piezas constructivas e introducir todos los pernos montados en los taladros correspondientes de la conexión de brida de la segunda pieza constructiva, de modo que el casquillo de centraje del perno de centraje está dispuesto en dos taladros correspondientes alineados entre sí, y por ello ambas piezas constructivas se centran la una respecto a la otra;
- fijar el perno de centraje y el perno de cojinete para producir la unión abridada.

Los procedimientos hacen posible esencialmente las ventajas y funciones anteriormente mencionadas. Las realizaciones con respecto al perno de centraje pueden reflejarse de manera correspondiente en el procedimiento y perfeccionarlo de manera análoga.

El aseguramiento de los pernos significa en este caso y por consiguiente una fijación, por ejemplo, atornillado.

De acuerdo con una forma de realización, los pernos de centraje se desmontan de los taladros de manera análoga a lo anterior tras producirse la unión abridada y se reemplazan por pernos de cojinete.

5 De acuerdo con un tercer aspecto se divulga una unión abridada entre dos piezas constructivas de un aerogenerador, en particular, entre una pala de rotor y un buje del rotor, o entre un árbol de rotor y un buje del rotor. Cada una de las dos piezas constructivas presenta una conexión de brida con varios taladros. Las piezas constructivas están dispuestas unas en otras y unidas entre sí de modo que los taladros están alineados entre sí. Uno o varios pernos de centraje según una de las formas de realización anteriores están montados en dos taladros alineados entre sí en cada caso de las conexiones de brida de ambas piezas constructivas, de modo que cada casquillo de centraje de un perno de centraje está dispuesto en los dos taladros alineados en cada caso para el centraje de las piezas constructivas.

10 La unión abridada hace posible esencialmente las ventajas y funciones anteriormente mencionadas. La unión abridada puede estar perfeccionada en correspondencia con las formas de realización anteriores con respecto al perno de centraje.

15 Otras ventajas, características y perfeccionamientos resultan de los siguientes ejemplos de realización explicados en conexión con las figuras. Los elementos iguales, del mismo tipo o de igual acción están provistos en las figuras con los mismos números de referencia. Para una mayor claridad, dado el caso, no todos los elementos representados en todas las figuras están designados con referencias correspondientes.

En las figuras muestran:

figura 1 una representación esquemática de un aerogenerador de acuerdo con un ejemplo de realización,

figura 2 una representación esquemática de una pala de rotor del aerogenerador,

20 figura 3 una representación en sección transversal esquemática de un inserto de brida con una conexión de brida de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención,

figura 4 una representación en sección transversal de una unión abridada de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención,

25 figura 5 una representación en sección transversal esquemática de un perno de centraje de la unión abridada de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención,

figura 6 una representación esquemática en sección transversal de un casquillo de centraje del perno de centraje de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención, y

figuras 7 un diagrama de flujo esquemático de un procedimiento para producir una unión abridada de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención.

30 La figura 1 muestra una representación esquemática de un aerogenerador 100. El aerogenerador 100 presenta una torre 102. La torre 102 está fijada mediante una base 104 sobre un terreno. En un extremo de la torre 102 enfrentado a la base una góndola 106 está alojada de manera giratoria. La góndola 106 presenta, por ejemplo, un generador que a través de un árbol de rotor (no mostrado) está acoplado con un rotor 108. El rotor 108 presenta una o varias palas de rotor (de aerogenerador) 110 que están dispuestas en un buje del rotor 112.

35 El rotor 108 se pone a rotar durante el funcionamiento mediante una corriente de aire, por ejemplo, viento. Este movimiento de rotación se transmite al generador a través del árbol de rotor y, dado en caso, un engranaje. El generador transforma la energía cinética del rotor 108 en energía eléctrica.

40 La figura 2 muestra una pala de rotor de aerogenerador 110 a modo de ejemplo. La pala de rotor 110 tiene la forma de una pala de rotor convencional, y tiene una zona de raíz de pala de rotor 114, que está dirigida al buje del rotor 112. La zona de raíz de pala de rotor 114 normalmente tiene una sección transversal esencialmente circular. A la zona de raíz de pala de rotor 114 se conectan una zona de transición 116 y una zona perfilada 118 de la pala de rotor 110. La pala de rotor 110 tiene, con respecto a una dirección de extensión longitudinal 120, un lado de presión 122 y un lado de aspiración enfrentado 124. La pala de rotor 110 está configurada esencialmente hueca en el interior.

45 En la zona de raíz de pala de rotor 114 está prevista una conexión de pala de rotor 126 con una conexión de brida 128, mediante la cual la pala de rotor 110 se une mecánicamente con un cojinete de regulación de ángulo de paso o un extensor.

50 Para producir una conexión de brida 128 para la conexión de pala de rotor 126 está previsto, por ejemplo, un inserto de brida 136, como se representa en la figura 3. La figura 3 muestra un segmento en forma de limbo graduado del inserto de brida 136 en una vista en sección transversal esquemática. El inserto de brida 136 presenta la conexión de brida 128 y se introduce como pieza de inserción en un molde de fabricación para la fabricación de toda la pala de rotor 110. La estructura comprende una capa de laminado interna 138, así como una capa de laminado externa 140, que discurren a

modo de arco circular y en las que están encastrados con una rosca interna a modo de arco circular casquillos de cojinete 142 en dirección longitudinal de extensión 120. Los casquillos 142 son, por ejemplo, casquillos de acero.

5 Sin embargo, también es concebible que no esté previsto ningún inserto de brida 136 y que los casquillos de cojinete 142 se encastran directamente en la pala de rotor 110, por ejemplo, en semimonocascos de pala de rotor y se laminan y forman la conexión de brida 128. La estructura de una conexión de brida 128 de este tipo es análoga.

10 La figura 4 muestra esquemáticamente una vista en sección parcial a través de una unión abridada 144 de dos piezas constructivas 146 y 148 de un aerogenerador de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención. En el ejemplo de realización representado, la primera pieza constructiva 146 es una pala de rotor 110, que presenta una conexión de brida 128 con casquillos de cojinete 142 – como se ha descrito anteriormente y se representa en la figura 3. La segunda pieza constructiva 148 es un extensor para conectar la pala de rotor 110 al buje del rotor 112. El extensor tiene una conexión de brida 150 adicional correspondiente. Los casquillos de cojinete 142 tienen, en cada caso, un primer taladro 152. La conexión de brida 150 adicional presenta segundos taladros 154 alineados, que se corresponden con los primeros taladros 152 que están configurados como taladros pasantes. La figura 4 muestra el corte a través de un par de taladros de ambas piezas constructivas. A través de los taladros 152, 154 ambas piezas constructivas 146, 148 se unen entre sí firmemente mediante pernos.

15 Para producir la unión abridada 144 se emplean dos o varios pernos de centrado 156 de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención, de los cuales se muestra uno en la figura 4. Un perno de centrado 156 sirve, como se ha descrito al principio, para el centrado de ambas piezas constructivas 146, 148 entre sí. Tras el centrado ambas piezas constructivas se unen entre sí a través de una pluralidad de pernos de cojinete (no representados). Finalmente, los pernos de centrado 156 se retiran de nuevo y se reemplazan por otros pernos de cojinete. La figura 5 representa un perno de centrado 156 aislado en una vista seccionada.

A continuación, se describe con detalle el perno de centrado 156 y la unión abridada 144.

25 El perno de centrado 156 tiene un vástago 158, que se extiende a lo largo de un eje longitudinal 160 desde un primer extremo axial 162 hacia un segundo extremo axial 164. El eje longitudinal 160 forma en el ejemplo un eje de simetría rotacional. El vástago 158 está fabricado de un material de acero. Partiendo del primer extremo 162, el vástago 158 a lo largo del eje longitudinal 160 tiene una primera sección 166 con un primer diámetro externo 168, una segunda sección 170 con un segundo diámetro externo 172, y una tercera sección 174 con un tercer diámetro externo 176. La primera sección 166 presenta el primer extremo 162 y la tercera sección 174 presenta el segundo extremo 164. El primer diámetro externo 168 es mayor que el segundo diámetro externo 172, que a su vez es mayor que el tercer diámetro externo 176. Las tres secciones 166, 170 y 174 están separadas a través de escalones de árbol 180.

35 La primera sección 166 tiene una primera rosca externa 178. En la segunda sección 170 está montado por deslizamiento un casquillo de centrado 182 de una sola pieza contra el escalón de árbol 180 correspondiente. El casquillo de centrado 182 en el ejemplo de realización está fabricado de bronce (un material con propiedades de resistencia para la marcha en seco). El casquillo de centrado 182 está dispuesto en el vástago 158 de manera giratoria alrededor del eje longitudinal 160. Por ejemplo, está previsto un ajuste con juego. Además, dos casquillos de separación 184 están montados por deslizamiento en la segunda sección 170 contra el casquillo de centrado. Para ello, está previsto, por ejemplo, un ajuste con demasiada holgura. En la tercera sección 174 está atornillado un casquillo de seguridad 186 de bronce (un material con propiedades de resistencia para la marcha en seco). Para ello, el casquillo de seguridad 186 presenta una rosca interna 188 que corresponde a una segunda rosca externa 190 de la tercera sección 174 del vástago 158. Ambas roscas 188 y 190 están configuradas como roscas a la izquierda. El casquillo de seguridad 186 está atornillado, por ejemplo, contra un tope en el vástago 156, por ejemplo, un extremo axial de la segunda rosca externa 190. El casquillo de seguridad 186 está configurado y atornillado en la tercera sección 174 de modo que a través de ambos casquillos de separación 184 el casquillo de centrado 182 está asegurado axialmente en arrastre de forma axial con respecto al eje longitudinal 160. Es concebible un pequeño juego axial entre el casquillo de centrado 182 y el casquillo de separación 184, entre los casquillos de separación 184 y/o entre el casquillo de separación 184 y el casquillo de seguridad 186, por ejemplo, en el intervalo de pocas décimas de milímetros.

El casquillo de seguridad 186 presenta, además, una tercera rosca externa 192 a través de la cual está enroscado el perno de centrado 156 en el casquillo de cojinete 142, que presenta una segunda rosca interna 192 correspondiente.

50 El casquillo de centrado 182 presenta un diámetro externo de casquillo 196 que es mayor que los diámetros externos 168, 172, 176, así como los diámetros externos de los casquillos 184 y 186.

55 El perno de centrado 156 está configurado de modo que en la unión abridada 144 mostrada, es decir, cuando ambas piezas constructivas 146, 148 están ensambladas, una zona de ajuste 205 del casquillo de centrado 182 está dispuesta en una zona de brida 198 de ambas piezas constructivas unidas 146 y 148. La zona de brida 198 significa una zona axial con respecto al eje longitudinal 160 alrededor de superficies de ajuste 200 de ambas piezas constructivas 146 y 148 ensambladas. Mediante el casquillo de centrado 182 ambas piezas constructivas 146, 148 se centran la una respecto a la otra. A través de una tuerca de perno no representada, que se atornilla en la primera sección 166 desde el lado del primer extremo axial 162, el perno de centrado 156 está atornillado firmemente y con ello asegurado. De manera análoga se montan todos los otros pernos de centrado.

- La figura 6 muestra una vista seccionada aumentada a través del casquillo de centrado 182. El casquillo de centrado 182 presenta la zona de ajuste 205, que en el estado montado del perno de centrado está dispuesta en la zona de brida 198 de ambas piezas constructivas unidas 146 y 148. En un extremo axial 202 dirigido a la primera sección 166 el casquillo de centrado 182 presenta un primer bisel 204 circunferencial en el exterior que otorga al extremo de casquillo 202 una forma cónica. El casquillo de centrado 182 presenta en un extremo axial 206 opuesto a la primera sección 166 segundo bisel 208 circunferencial en el exterior que otorga también al extremo de casquillo 206 una forma cónica. En lugar de biseles pueden estar configurados también redondeamientos (radios). Los biseles 204 y 208 facilitan el montaje y desmontaje de los pernos de centrado 156. Adicionalmente, también el primer extremo axial 162, tal como puede distinguirse en la figura 5 para los mismos propósitos, puede presentar un tercer bisel 210. Opcionalmente, el segundo bisel 208 sirve como elemento de tope en el enroscado del perno de centrado 156 en el primer taladro 152 en el que se encuentra un bisel complementario correspondiente. Por ello, el perno de centrado 156 está en contacto solo con el casquillo de seguridad 186 y a través del segundo bisel 208 está en contacto con el casquillo de cojinete 142. En otras palabras, el perno de centrado 156 en la zona de brida 198 está en contacto solo a través del segundo bisel 208 con el casquillo de cojinete 142.
- El perno de centrado 156 descrito hace posible las ventajas y funciones mencionadas al principio. En particular, el perno de centrado 156 hace posible que este tras el atornillado de todos los pernos de cojinete pueda retirarse de nuevo. Detalles del montaje o de la producción de la unión abridada se explican mediante el diagrama de flujo esquemático de la figura 7.
- En una primera etapa S1 se facilitan cuatro de los pernos de centrado 156 descritos anteriormente.
- En una etapa siguiente S2 se facilita una pluralidad de pernos de cojinete.
- En una etapa siguiente S3 los pernos de centrado 156 se montan distribuidos uniformemente por el perímetro de la conexión de brida 128 de la primera pieza constructiva 146. Para ello, cada perno de centrado 156 se introduce en el taladro correspondiente 152 de un casquillo de cojinete 142, y se atornilla mediante la tercera rosca externa 192 del casquillo de seguridad 168. Uno o varios pernos de centrado 156 pueden sobresalir de los taladros correspondientes 152 con la primera sección 166 hasta una parte del casquillo de centrado 182.
- En una etapa siguiente S4 se enroscan de manera análoga pernos de cojinete en el resto de los primeros taladros 152. Los pernos de cojinete sobresalen asimismo de los primeros taladros 152, pero tanto como los pernos de centrado 156.
- En una etapa siguiente S5 ambas piezas constructivas 146, 148 se orientan la una hacia la otra de modo que los primeros taladros 152 están dispuestos alineados con los taladros pasantes 154 de la segunda pieza constructiva 148. Esto sucede, por ejemplo, con ayuda de dispositivos de guía o de elevación.
- En una etapa siguiente S6 ambas piezas constructivas 146, 148 se ensamblan. A este respecto, los pernos de centrado 156 debido a su saliente, en comparación con los pernos de cojinete se introducen inicialmente en los taladros correspondientes, de modo que tiene lugar un cierto centrado previo. La introducción se facilita mediante los biseles 210 en el primer extremo axial 162, así como el primer bisel 204. A continuación, todos los pernos de cojinete se introducen en los segundos taladros 154 correspondientes. Las piezas constructivas 146, 148 se ensamblan en arrastre de forma, de modo que tocan las superficies de ajuste 200 de las conexiones de brida 128, 150. En la zona de brida 198 están dispuestos los casquillos de centrado 182. Por ello, ambas piezas constructivas 146, 148 se centran la una respecto a la otra.
- En una etapa siguiente S7 todos los pernos de centrado 156 y pernos de cojinete se aseguran con tuercas de perno, de modo que se produce la unión abridada 144. A este respecto puede ser ventajoso asegurar inicialmente los pernos de centrado 156 antes de asegurar el resto de los pernos.
- En una etapa adicional S8 los pernos de centrado 156 se desbloquean de nuevo, es decir, las tuercas de perno se retiran, y los pernos de centrado 156 se desmontan. Para ello, los pernos de centrado 156 se guían desde el lado del primer extremo 162 axial saliendo de los taladros 152, 154. A este respecto los pernos de centrado 156 se giran alrededor de la unión atornillada en el casquillo de cojinete 142 para alojarse y se extraen. Mediante la estructura anteriormente descrita, en particular, el aseguramiento axial del casquillo de centrado 182, la capacidad de giro del casquillo de centrado 182, la rosca a la izquierda, así como la propiedad del casquillo de centrado 182 de formar una sola pieza, los pernos de centrado 156 pueden retirarse por completo de los taladros.
- En una etapa adicional S9 se montan pernos de cojinete en los taladros ocupados previamente por pernos de centrado de modo que la unión abridada 144 se produce exclusivamente a través de los pernos de cojinete previstos de acuerdo con lo determinado.
- Cabe mencionar que la unión abridada 144 anteriormente descrita es adecuada también para otras piezas constructivas del aerogenerador, por ejemplo, la unión de ambos segmentos de pala de rotor 132, 134.
- Mediante la descripción anterior de un ejemplo de realización y la descripción en la introducción se revela al experto que la configuración del perno de centrado con respecto al eje longitudinal 160 puede realizarse también en dirección inversa y con ello también el montaje se modifica. En un ejemplo de realización de este tipo, no mostrado el perno de centrado

- 156 está configurado de modo que este se atornilla con el primer extremo 162 en el casquillo de cojinete 142 de la primera pieza constructiva 146. En este caso, la primera sección 166 del vástago 158 está asociada al casquillo de cojinete 140 y presenta una rosca externa para atornillar en el casquillo de cojinete 142. Sigue la segunda sección 170 con diámetro reducido y con casquillo de centraje 182 montado por deslizamiento. El casquillo de centraje 182 está asegurado de nuevo axialmente, por ejemplo, mediante un casquillo de seguridad 186 que está atornillado en la segunda o una tercera sección 170, 174 del vástago 158. Los casquillos de separación 184 pueden estar dispuestos, pero no es necesario, entre casquillo de seguridad 186 y casquillo de centraje 182. La segunda o tercera sección 170, 174 presenta una rosca externa que sobresale de la segunda pieza constructiva 148 y a través de la cual se asegura el perno de centraje 154 en la segunda pieza constructiva 148, en particular, mediante una tuerca de perno.
- 5
- 10 También en esta configuración esencialmente inversa resultan las ventajas y funciones mencionadas, en donde, en particular, los pernos de centraje 156 después del montaje pueden retirarse de nuevo libre de residuos de las piezas constructivas 146, 148 y pueden reemplazarse por pernos de pala correspondientes.

LISTA DE REFERENCIAS

- | | | |
|----|-----|-------------------------------------|
| | 100 | aerogenerador |
| 15 | 102 | torre |
| | 104 | base |
| | 106 | góndola |
| | 108 | rotor |
| | 110 | pala de rotor |
| 20 | 112 | buje del rotor |
| | 114 | zona de raíz de pala de rotor |
| | 116 | zona de transición |
| | 118 | zona perfilada |
| | 120 | dirección de extensión longitudinal |
| 25 | 122 | lado de presión |
| | 124 | lado de aspiración |
| | 126 | conexión de pala de rotor |
| | 128 | conexión de brida |
| | 136 | inserto de brida |
| 30 | 138 | capa de laminado interna |
| | 140 | capa de laminado externa |
| | 142 | casquillo de cojinete |
| | 144 | unión abridada |
| | 146 | primera pieza constructiva |
| 35 | 148 | segunda pieza constructiva |
| | 150 | conexión de brida adicional |
| | 152 | primer taladro |
| | 154 | segundo taladro |
| | 156 | perno de centraje |
| 40 | 158 | vástago |
| | 160 | eje longitudinal |

	162	primer extremo axial
	164	segundo extremo axial
	166	primera sección
	168	primer diámetro externo
5	170	segunda sección
	172	segundo diámetro externo
	174	tercera sección
	176	tercer diámetro externo
	178	primera rosca externa
10	180	escalón de árbol
	182	casquillo de centrado
	184	casquillo de separación
	186	casquillo de seguridad
	188	rosca interna
15	190	segunda rosca externa
	192	tercera rosca externa
	194	segunda rosca interna
	196	diámetro externo de casquillo
	198	zona de brida
20	200	superficie de ajuste
	202	extremo axial dirigido
	204	primer bisel
	205	zona de ajuste
	206	extremo axial opuesto
25	208	segundo bisel
	210	tercer bisel

REIVINDICACIONES

1. Perno de centraje (156) para producir una unión abridada (144) entre dos piezas constructivas (146, 148) de un aerogenerador (100), en particular, entre una pala de rotor (110) y un buje del rotor (112), o entre un árbol de rotor y un buje del rotor (112), que presenta
- 5 - un vástago (158), en donde el vástago (158)
- presenta un eje longitudinal (160), y
 - a lo largo del eje longitudinal (160) presenta una primera sección (166) con un primer diámetro externo (168) y una segunda sección (170) que sigue a la primera sección (166), que presenta un segundo diámetro externo (172) menor en comparación con el primer diámetro externo (168),
- 10 - un casquillo de centraje (182), que está montado por deslizamiento en la segunda sección (170) del vástago (158), en donde el casquillo de centraje (182)
- está alojado en el vástago (158) de manera giratoria alrededor del eje longitudinal (160),
 - está asegurado axialmente con respecto al eje longitudinal (160) contra un desplazamiento, y
 - presenta un diámetro externo de casquillo (196), que es mayor que el primer diámetro externo (168),
- 15 en donde el perno de centraje (156) está configurado para montarse para producir la unión abridada (144) en dos taladros (152, 154) alineados entre sí de conexiones de brida (128, 150) de las dos piezas constructivas (146, 148) que van a unirse de tal modo que el casquillo de centraje (182) está dispuesto en los dos taladros alineados (152, 154) para el centraje de las piezas constructivas (146, 148).
2. Perno de centraje (156) según la reivindicación 1, en donde el casquillo de centraje (182) está asegurado en arrastre de forma en el vástago (158) mediante un anillo de seguridad axialmente con respecto al eje longitudinal (160).
- 20 3. Perno de centraje (156) según la reivindicación 1 o 2, en donde el casquillo de centraje (182) está asegurado en arrastre de forma en el vástago (158) mediante un casquillo de seguridad (186) axialmente con respecto al eje longitudinal (160).
4. Perno de centraje (156) según la reivindicación 2 o 3, en donde entre el casquillo de seguridad (186) o el anillo de seguridad y el casquillo de centraje (182) están dispuestos también uno o varios casquillos de separación (184) que están
- 25 montados por deslizamiento en el vástago (158).
5. Perno de centraje (156) según la reivindicación 3 o 4, en donde el casquillo de seguridad (186) está atornillado en el vástago (158).
6. Perno de centraje (156) según una de las reivindicaciones 3 a 5, en donde el casquillo de seguridad (186) está atornillado en una tercera sección (174) del vástago (158), que está dispuesto a continuación de la primera y segunda
- 30 sección (166, 170) y presenta un tercer diámetro externo (176), que es menor que el segundo diámetro externo (172).
7. Perno de centraje (156) según una de las reivindicaciones 3 a 6, en donde el casquillo de seguridad (186) presenta una rosca externa (192) para atornillar en una rosca interna (194) de una de las dos piezas constructivas (146, 148).
8. Perno de centraje (156) según una de las reivindicaciones 3 a 7, en donde el casquillo de seguridad (186) presenta un material que garantiza propiedades de resistencia para la marcha en seco.
- 35 9. Perno de centraje (156) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el casquillo de centraje (182) con respecto al eje longitudinal (160) presenta en un extremo axial (202) dirigido a la primera sección (166) una primera sección o primer bisel (204) cónicos.
10. Perno de centraje (156) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el casquillo de centraje (182) con respecto al eje longitudinal (160) en un primer extremo (206) axial opuesto a la primera sección (166) presenta una
- 40 segunda sección o segundo bisel (208) cónicos.
11. Perno de centraje (156) según la reivindicación 10, en donde el segundo bisel (208) sirve como superficie de tope en el montaje en un taladro (152) de una de las dos piezas constructivas (146, 148).
12. Perno de centraje (156) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el casquillo de centraje (182) presenta un material deslizante, que garantiza propiedades de resistencia para la marcha en seco.
- 45 13. Procedimiento para producir una unión abridada (144) entre dos piezas constructivas (146, 148) de un aerogenerador (100), en particular, entre una pala de rotor (110) y un buje del rotor (112) o entre un árbol de rotor y un buje del rotor (112), que presenta las etapas:
- facilitar un perno de centraje (156) según una de las reivindicaciones 1 a 12,

- facilitar una pluralidad de pernos de cojinete,
- montar el perno de centrado (156) en un taladro correspondiente (152) de una conexión de brida (128) de la primera pieza constructiva (146), de modo que este sobresale de los taladros correspondientes (152),
- 5 - montar la pluralidad de pernos de cojinete en taladros correspondientes (152) de la conexión de brida (150) de la primera pieza constructiva (146), de modo que estos sobresalen de los taladros correspondientes (152),
- orientar ambas piezas constructivas (146, 148) de tal modo que los taladros (152) de la conexión de brida (128) de la primera pieza constructiva (146) y taladros (154) de una conexión de brida (150) de la segunda pieza constructiva (148) están dispuestos alineados entre sí,
- 10 - ensamblar ambas piezas constructivas (146, 148) e introducir todos los pernos montados en los taladros correspondientes (154) de la conexión de brida (150) de la segunda pieza constructiva (148), de modo que el casquillo de centrado (182) del perno de centrado (156) está dispuesto en dos taladros (152, 154) correspondientes alineados entre sí y por ello ambas piezas constructivas (146, 148) se centran la una respecto a la otra;
- asegurar el perno de centrado (156) y el perno de cojinete para producir la unión abridada (144).
- 15 14. Procedimiento según la reivindicación 13, en donde el perno de centrado (156) tras producirse la unión abridada (144) se desmonta de los taladros (152, 154) y se reemplaza por un perno de cojinete.
- 15 15. Unión abridada (144) entre dos piezas constructivas (146, 148) de un aerogenerador (100), en particular, entre una pala de rotor (110) y un buje del rotor (112) o entre un árbol de rotor y un buje del rotor (112), en donde
- cada pieza constructiva (146, 148) presenta una conexión de brida (128, 150) con varios taladros (152, 154),
- 20 - las piezas constructivas (146, 148) están dispuestas unas en otras y unidas de modo que los taladros (152, 154) están alineados entre sí,
- en donde uno o varios pernos de centrado (156) según una de las reivindicaciones 1 a 12 están montados en dos taladros (152, 154) alineados el uno respecto al otro en cada caso de las conexiones de brida (128, 150) de ambas piezas constructivas (146, 148), de modo que cada casquillo de centrado (182) de un perno de centrado (156) está dispuesto en los dos taladros alineados (152, 154) en cada caso para el centrado de las piezas constructivas (146, 148).
- 25

Fig. 1

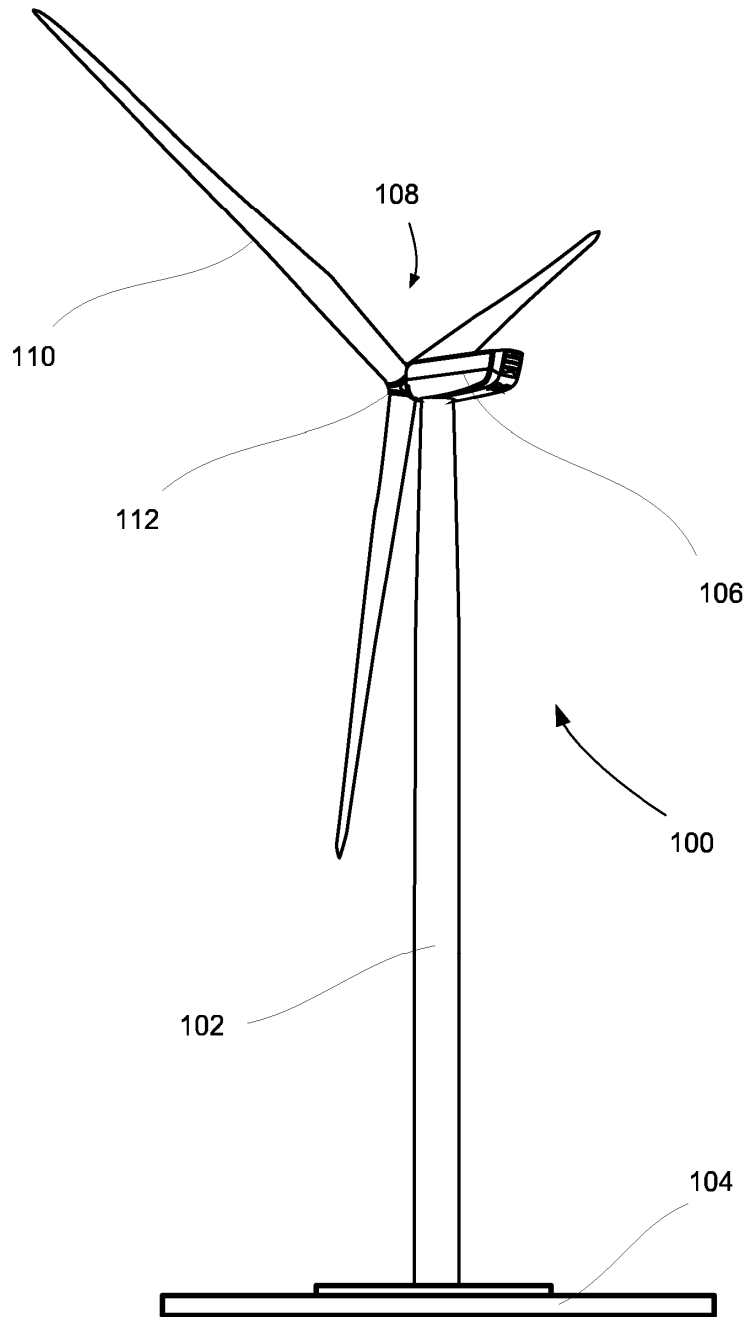


Fig. 2

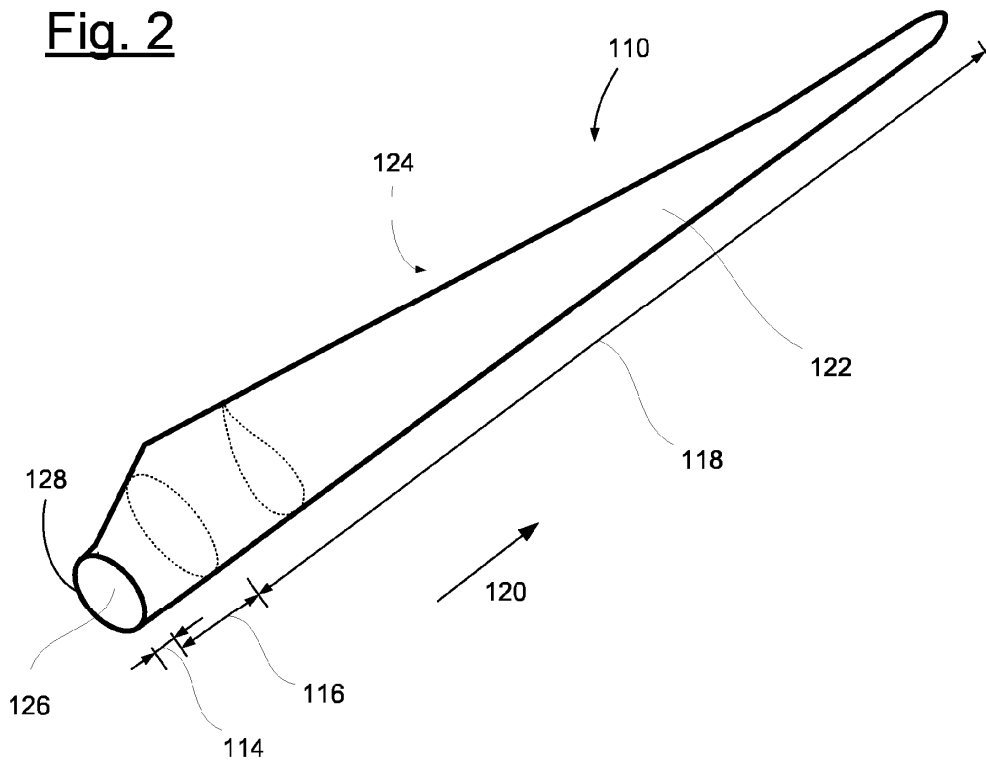
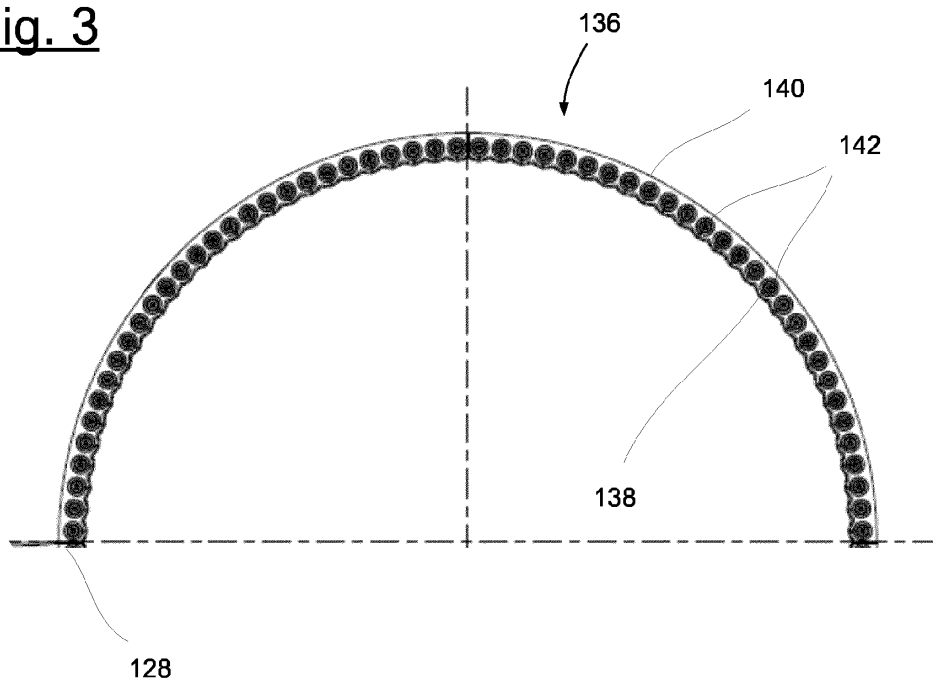


Fig. 3



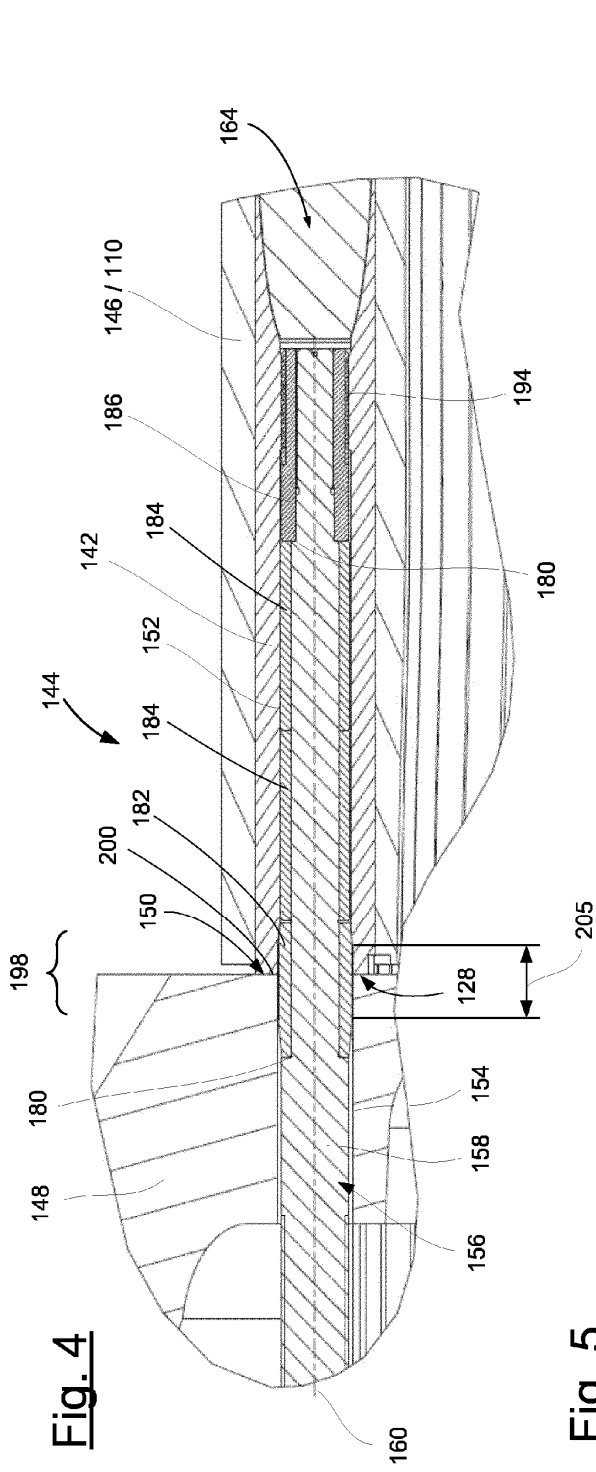


Fig. 4

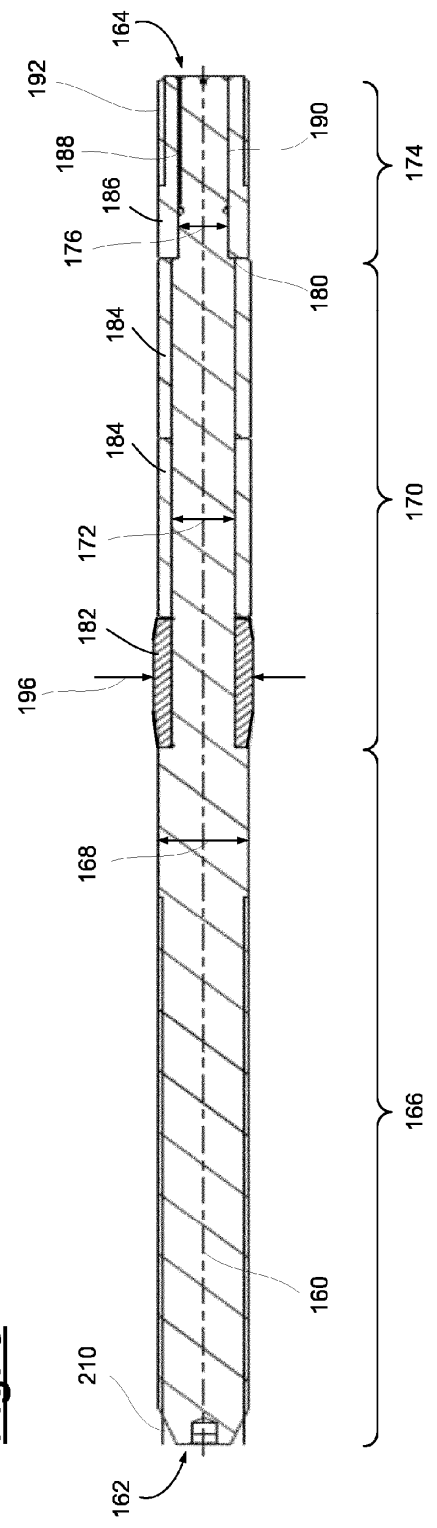


Fig. 5

Fig. 6

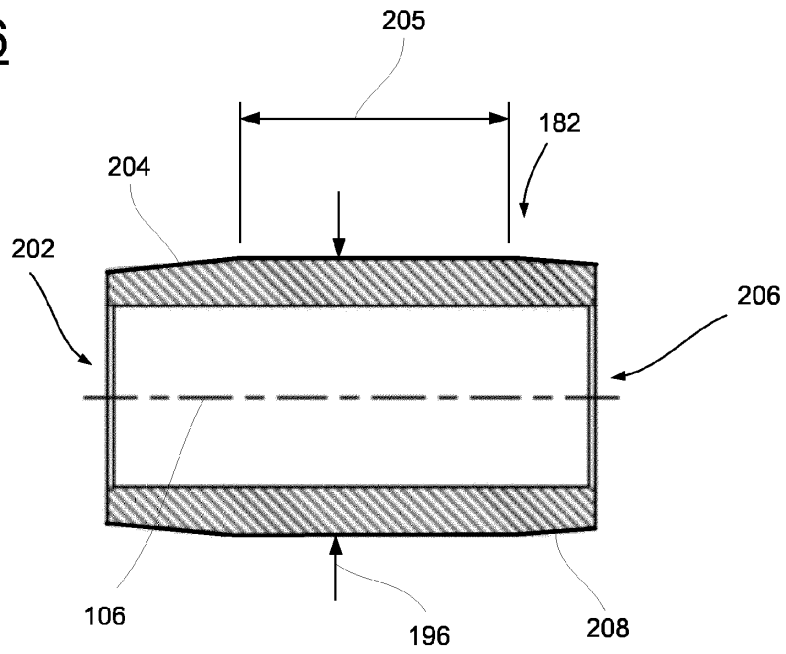


Fig. 7

