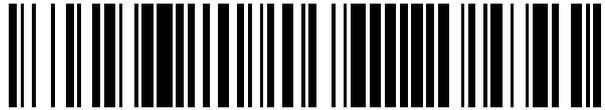


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 812 707**

51 Int. Cl.:

F16D 1/096 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.08.2017 PCT/DK2017/050264**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.03.2018 WO18050184**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.08.2017 E 17754605 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2020 EP 3513086**

54 Título: **Conjunto de acoplamiento y aerogenerador que comprende tal conjunto**

30 Prioridad:

14.09.2016 DK PA201670702

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

18.03.2021

73 Titular/es:

**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 42
8200 Aarhus N, DK**

72 Inventor/es:

BAGER, CHRISTIAN

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 812 707 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

Conjunto de acoplamiento y aerogenerador que comprende tal conjunto

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un conjunto de acoplamiento para conectar un miembro de rotación a una sección extrema de un eje hueco, y en particular a tal conjunto en el que la conexión se establece a través de una combinación de una conexión de contracción y pernos adicionales que se extienden axialmente. En algunos aspectos, la invención se refiere a un aerogenerador en el que tal conjunto de acoplamiento se usa para conectar un soporte de planetarios de un sistema de engranaje planetario al eje principal.

Antecedentes de la invención

10 Los aerogeneradores se usan para recoger energía eólica y transformar la energía en otra forma de energía, típicamente energía eléctrica. Con este propósito, la mayoría de los aerogeneradores incluyen un eje principal que en un extremo está acoplado a las palas del aerogenerador y en el extremo opuesto está conectado a una parte de aerogenerador accionada. Esta parte de aerogenerador accionada puede ser un eje de entrada de una caja de engranajes o un eje de entrada o miembro de transferencia de par de un generador de energía eléctrica.

15 En los aerogeneradores modernos, el par que se ha de transferir en una conexión entre un miembro de accionamiento y un miembro de accionamiento es relativamente alto. El par puede estar en el intervalo entre 500 y 15000 kilo Newton metro. Se han proporcionado diversas soluciones en aerogeneradores con el fin de conectar el eje principal y la parte accionada de una manera que pueda mantener y transferir el par alto. Una solución es montar un llamado disco de contracción alrededor de un área de interconexión del eje y de la parte accionada y aplicar la presión necesaria para transferir las cargas en una conexión de fricción. No obstante, para ejes huecos, el establecimiento de tal conexión de contracción a menudo da como resultado una deformación y agotamiento del eje principal, lo que puede causar dificultades con el ajuste de los rodamientos principales, así como con la alineación de la caja de engranajes. Estos problemas pueden ser más pronunciados para ejes huecos con grosores de pared relativamente pequeños. Debido a la distancia desde los rodamientos principales hasta el centro de gravedad de la caja de engranajes, típicamente es necesario soportar también la caja de engranajes con un rodamiento adicional que da como resultado un sistema estáticamente sobre determinado.

Por lo tanto, sería ventajoso un conjunto de acoplamiento mejorado, y en particular sería ventajoso un conjunto de acoplamiento más eficiente y/o fiable.

20 Los conjuntos de acoplamiento con conexión de contracción se describen en los documentos EP 2 565 478 A1 y US 2004/0190976 A1.

Objeto de la invención

Es un objeto de la presente invención proporcionar un conjunto de acoplamiento con el que se pueda obtener un diseño más compacto que para las soluciones conocidas.

35 Es otro objeto de la presente invención proporcionar un conjunto de acoplamiento con el que se pueden transferir pares muy grandes también para ejes huecos que tienen un grosor de pared relativamente pequeño de modo que una conexión de contracción conocida causaría una deformación significativa.

Es un objeto de al menos algunas realizaciones de la presente invención proporcionar un conjunto de acoplamiento con el que sea más fácil alinear la caja de engranajes de un aerogenerador que para las soluciones conocidas.

40 Es otro objeto de al menos algunas realizaciones de la presente invención proporcionar un conjunto de acoplamiento con el que se pueda evitar un diseño estáticamente sobre determinado.

Es un objeto adicional de la presente invención proporcionar una alternativa a la técnica anterior.

En particular, se puede ver como objeto de la presente invención proporcionar un conjunto de acoplamiento que resuelva los problemas mencionados anteriormente de la técnica anterior.

Compendio de la invención

45 De este modo, el objeto descrito anteriormente y otros diversos objetos se pretende que se obtengan en un primer aspecto de la invención proporcionando un conjunto de acoplamiento para conectar de manera fija un miembro de rotación a una sección extrema de un eje hueco, el eje hueco que tiene un eje de rotación, y la sección extrema que tiene un diámetro de eje interno y un diámetro de eje externo, el conjunto de acoplamiento que comprende:

- un anillo de contracción,

50 - un elemento de acoplamiento,

- una pluralidad de primeros pernos, y
- una pluralidad de segundos pernos;

en donde el anillo de contracción comprende:

- 5
- una superficie extrema del anillo de contracción que se enfrenta hacia otro lado del miembro de rotación cuando el conjunto de acoplamiento está en uso,
 - una superficie externa del anillo de contracción que tiene un diámetro de anillo de contracción externo correspondiente al diámetro de eje interno,
 - una superficie cónica del anillo de contracción, y

- 10
- una pluralidad de primeros taladros pasantes dispuestos circunferencialmente y adaptados para recibir los primeros pernos, los primeros taladros que se extienden desde la superficie extrema del anillo de contracción;
- y en donde el elemento de acoplamiento comprende:

- 15
- una primera superficie del elemento de acoplamiento que se enfrenta hacia otro lado del miembro de rotación cuando el conjunto de acoplamiento está en uso,
 - una segunda superficie del elemento de acoplamiento que se enfrenta hacia el miembro de rotación cuando el conjunto de acoplamiento está en uso,
 - un surco anular dispuesto en la primera superficie del elemento de acoplamiento, el surco anular que comprende:
 - o una superficie de surco externa con un diámetro de surco que corresponde al diámetro de eje externo,
 - o una superficie cónica de surco que coincide con la superficie cónica del anillo de contracción, y
 - o una superficie inferior,
- 20

- una pluralidad de segundos taladros pasantes dispuestos circunferencialmente y que se extienden entre la superficie inferior del surco y la segunda superficie del elemento de acoplamiento, y
 - una pluralidad de primeros agujeros roscados que se extienden en posiciones y orientaciones que coinciden con la pluralidad de los primeros agujeros del anillo de contracción cuando el conjunto de acoplamiento está en uso.
- 25

Por "miembro de rotación" se entiende preferiblemente un miembro que se ha de girar por un movimiento de rotación del eje hueco. Como se explicará a continuación, el eje hueco típicamente será un eje de accionamiento, tal como el eje principal de un aerogenerador. El eje principal de un aerogenerador es el eje de baja velocidad usado para transferir el movimiento de rotación del buje al eje del generador de alta velocidad a través de la caja de engranajes.

- 30
- Por "conexión de manera fija" se entiende preferiblemente que los componentes giran juntos de modo que la velocidad de rotación del miembro de rotación llegue a ser la misma que la del eje hueco. No se pretende que signifique que la conexión no se pueda volver a desmontar.

- 35
- Por "correspondiente a" en relación con los diámetros se entiende preferiblemente que los diámetros, cuando se tienen en cuenta las tolerancias, deberían ser de modo que cuando el conjunto de acoplamiento esté listo para su uso, se haya establecido un acoplamiento de fricción que puede transferir el par requerido. El tamaño real de este par depende del uso del conjunto de acoplamiento. En relación con los aerogeneradores usados actualmente, el par a ser transferido a través del conjunto de acoplamiento es típicamente del orden de 500 y 15000 kilo Newton metro.

- 40
- Por "se enfrenta hacia otro lado de" y "se enfrenta hacia" se entiende preferiblemente que un vector normal de la superficie en cuestión tiene un componente de vector paralelo a un eje de rotación del miembro de rotación. Los dos componentes del vector estarían apuntando entonces en direcciones opuestas.

- 45
- El diseño como se ha descrito anteriormente está reforzando el extremo del eje hueco al que está conectado el miembro de rotación. Esto es particularmente relevante para ejes huecos que tienen un grosor de pared relativamente pequeño que se deformaría fácilmente debido a las grandes fuerzas de sujeción implicadas en los conjuntos de acoplamiento conocidos. Para las conexiones de contracción tradicionales usadas para permitir la transferencia de pares muy grandes, el riesgo de deformación, especialmente de un eje hueco con un grosor de pared pequeño es alto. Con la presente invención, el par se transferirá tanto mediante las conexiones por fricción establecidas por el anillo de contracción como mediante la pluralidad de segundos pernos. Por lo tanto, es necesario apretar menos la conexión de contracción y, por ello, la deformación resultante puede ser menor que para las conexiones de contracción tradicionales.

Los primeros taladros del anillo de contracción se pueden extender paralelos al eje de rotación cuando el conjunto de acoplamiento está en uso. Por este medio, se puede obtener que el apriete de los primeros pernos dará como resultado una fuerza de compresión uniforme que se establece entre la superficie externa del anillo de contracción y la superficie interna del eje hueco.

5 La superficie extrema del anillo de contracción se puede extender perpendicular al eje de rotación cuando el conjunto de acoplamiento está en uso. Esto es particularmente ventajoso en combinación con realizaciones en las que los primeros taladros del anillo de contracción se extienden paralelos al eje de rotación cuando el conjunto de acoplamiento está en uso. Teniendo la superficie extrema del anillo de contracción que se extiende perpendicular al eje de rotación, se obtiene un área de contacto grande para las cabezas de los primeros pernos.

10 La primera superficie del elemento de acoplamiento se puede extender perpendicular al eje de rotación cuando el conjunto de acoplamiento está en uso. En realizaciones actualmente preferidas en relación con aerogeneradores, la primera superficie del elemento de acoplamiento se usa para la alineación del rodamiento principal. Teniendo una orientación perpendicular, se facilita la alineación cuando el rodamiento principal, tal como un rodamiento de rodillos cónicos, u opcionalmente se usa un elemento separador adicional con una geometría de superficie correspondiente para asegurar una distancia predefinida entre el rodamiento principal y el elemento de acoplamiento. Tal elemento separador adicional podría, por ejemplo, ser un anillo de distancia mecanizado usado para facilitar la correcta colocación mutua de los componentes.

Los segundos taladros pasantes se pueden extender paralelos al eje de rotación cuando el conjunto de acoplamiento está en uso. Estos taladros se usan para la inserción de los segundos pernos a ser sujetos a los terceros agujeros roscados que se extienden desde una superficie extrema del eje hueco como se explicará a continuación. Como es más fácil establecer los agujeros en el eje hueco paralelos al eje de rotación del mismo, los segundos agujeros correspondientes se deberían extender en la misma dirección. No obstante, en principio también sería posible usar otras orientaciones de los segundos pernos si se considera ventajoso para una carga dada a ser transferida.

25 El elemento de acoplamiento puede comprender además una pestaña externa que se extiende en una dirección lejos del eje de rotación, la pestaña externa que comprende al menos una parte de la segunda superficie del elemento de acoplamiento. Teniendo tal pestaña externa, se obtiene un área de superficie más grande para establecer la conexión con el miembro de rotación.

El elemento de acoplamiento puede comprender además una pluralidad de segundos agujeros roscados que se extienden desde la segunda superficie del elemento de acoplamiento, los segundos agujeros roscados que están adaptados para recibir los terceros pernos para el establecimiento de la conexión entre el miembro de rotación y el eje hueco. De manera alternativa o en combinación con el mismo, el miembro de rotación se puede conectar a la segunda superficie del elemento de acoplamiento usando otros medios, tales como pegado o soldadura.

35 En realizaciones que comprenden tal pestaña externa, los segundos agujeros roscados se pueden proporcionar en la pestaña externa, tal como que están dispuestos circunferencialmente. Esto es particularmente relevante para miembros de rotación grandes, pero también porque se pueden transferir pares más grandes para un número y tamaño de pernos dado cuando se disponen a una distancia mayor del eje de rotación. Además, una distancia mayor entre el eje de rotación y la posición de los pernos da más espacio para pernos más grandes si es necesario.

40 En cualquiera de las realizaciones que se han descrito anteriormente, la relación entre el diámetro de eje interno y el diámetro de eje externo es de 0,5 a 0,95, tal como de 0,6 a 0,95, preferiblemente de 0,8 a 0,9. Las ventajas que se han descrito anteriormente en relación con la deformación significativamente menor de un eje hueco con conjuntos de acoplamiento según la presente invención son particularmente relevantes para los ejes huecos que tienen un grosor de pared pequeño, en la medida que tales ejes son más propensos a deformaciones. Esto también significa que un grosor de pared más pequeño puede resistir la deformación implicada que la que sería necesaria para los ejes huecos diseñados para haber usado las conexiones de contracción tradicionales. Especialmente para ejes de diámetro muy grande, la posibilidad de tener un grosor de pared más pequeño sin exceder una cantidad aceptable de deformación es ventajosa en la medida que esto significa una cantidad menor de material usado para la fundición del eje. Las dimensiones reales a usar para el eje hueco se determinarán teniendo en cuenta una serie de parámetros de diseño, tales como asegurar la rigidez requerida, mantener baja la cantidad de material usado para minimizar el peso y el coste, y asegurar un grosor de pared lo suficientemente pequeño como para evitar errores de fundición.

En cualquiera de las realizaciones que se han descrito anteriormente, el miembro de rotación puede ser un soporte de planetarios de un engranaje planetario coaxial. La invención también se podría usar para una conexión de accionamiento directo.

55 En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un aerogenerador que comprende:

- una torre, una góndola montada en la parte superior de la torre, un buje, al menos dos palas de aerogenerador dispuestas en el buje, una caja de engranajes, un generador y

- un eje principal adaptado para transferir un movimiento de rotación de baja velocidad del buje a un movimiento de rotación de alta velocidad de un eje de entrada del generador a través de la caja de engranajes,

en donde la caja de engranajes comprende un sistema de engranaje planetario que comprende un soporte de planetarios, y

5 en donde el soporte de planetarios está conectado al eje principal a través de un conjunto de acoplamiento como se ha descrito anteriormente.

El sistema de engranaje planetario usado para aerogeneradores será típicamente un sistema de engranaje coaxial.

10 En realizaciones actualmente preferidas de aerogeneradores como se ha descrito anteriormente, el rodamiento principal para soportar el eje principal se puede disponer cerca de la primera superficie del elemento de acoplamiento. Esto, en combinación con el soporte de planetarios que está montado directamente en la pestaña externa del elemento de acoplamiento, da como resultado un diseño muy compacto. Esto significa que se usa menos material y, por ello, menos peso y un coste inferior del diseño total en comparación con los diseños conocidos.

15 Un efecto relacionado adicional del diseño compacto, así como la deformación significativamente menor en comparación con las conexiones conocidas, es un riesgo minimizado de agotamiento y desalineación a lo largo del eje hueco. En relación con los aerogeneradores, esto significa que no hay necesidad de un rodamiento adicional detrás del soporte de planetarios. Por este medio, se obtiene que la indefinición estática de los sistemas conocidos se puede evitar al menos mediante algunas realizaciones de la presente invención.

20 En un tercer aspecto, la presente invención se refiere a un método de ensamblaje de una sección extrema de un eje principal de un aerogenerador y de un soporte de planetarios de un sistema de engranaje planetario mediante el uso de un conjunto de acoplamiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, el eje principal que está dotado con terceros orificios roscados que se extienden desde una superficie extrema del eje principal y en posiciones y orientaciones que coinciden con los segundos taladros del elemento de acoplamiento, el método que comprende los siguientes pasos:

- 25
- montar el anillo de contracción en el elemento de acoplamiento usando la pluralidad de primeros pernos,
 - disponer la sección extrema del eje principal en el surco anular,
 - montar el elemento de acoplamiento en la sección extrema mediante el uso de la pluralidad de segundos pernos que se atornillan en los terceros orificios roscados,
 - apretar la pluralidad de primeros pernos para establecer una conexión de contracción, y
- 30
- montar el soporte de planetarios en el elemento de acoplamiento.

Un método y un diseño como se ha descrito anteriormente ofrece la posibilidad de montar los rodamientos principales sobre el eje principal desde el extremo trasero, es decir, el extremo donde se ha de fijar el soporte de planetarios.

35 El par real a ser transferido por el conjunto de acoplamiento como se ha descrito anteriormente, depende de la aplicación real. El proceso de diseño de un producto dado incluye, de este modo, determinar qué parte de una carga esperada transferir a través de la conexión de contracción y qué parte transferir a través de los segundos pernos. Además, el proceso de diseño incluye determinar una combinación apropiada de un número grande de otros parámetros de diseño, tales como dimensiones, número de primeros y segundos pernos, inclinación de las superficies cónicas, etc. Tal proceso típicamente incluirá un número grande de simulaciones de ordenador, así como

40 trabajo experimental con el fin de alcanzar un producto optimizado. Parte del proceso de diseño también incluirá típicamente determinar cómo se ha de llevar a cabo el método de ensamblaje para asegurar que se pueda transferir el par necesario entre el eje hueco y el miembro de rotación.

45 En algunas realizaciones según el tercer aspecto de la invención, el soporte de planetarios está montado en el elemento de acoplamiento mediante terceros pernos que se atornillan en los segundos agujeros roscados en la pestaña externa.

El primer, segundo y tercer aspectos de la presente invención se pueden combinar cada uno con cualquiera de los otros aspectos. Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes y se dilucidarán con referencia a las realizaciones descritas en lo sucesivo.

Breve descripción de las figuras

50 El conjunto de acoplamiento según la invención se describirá ahora con más detalle con respecto a las figuras que se acompañan. Las figuras muestran una forma de implementar la presente invención y no se han de interpretar

como que son limitantes de otras posibles realizaciones que caen dentro del alcance del conjunto de reivindicaciones adjuntas.

La figura 1 muestra esquemáticamente una conexión entre un eje hueco y un miembro de rotación a través de un conjunto de acoplamiento según la presente invención.

- 5 La figura 2 muestra esquemáticamente una vista en sección transversal y de despiece de un conjunto de acoplamiento según la presente invención.

La figura 3 es una vista parcial ampliada de una sección de la figura 2 después del montaje de las partes.

La figura 4 es una vista en sección transversal del anillo de contracción del conjunto de acoplamiento en la figura 2.

- 10 La figura 5 es una vista en sección transversal de un elemento de acoplamiento del conjunto de acoplamiento en la figura 2.

La figura 6 muestra esquemáticamente un aerogenerador conocido.

La figura 7 muestra esquemáticamente un tren de impulsión modular conocido de un aerogenerador.

La figura 8 muestra esquemáticamente un tren de impulsión modular que incluye el uso de un conjunto de acoplamiento según la presente invención.

- 15 La figura 9 muestra un posible diseño de un tren de impulsión de un aerogenerador que incluye un conjunto de acoplamiento según la presente invención.

La figura 10 es un diagrama de flujo de un método según la invención.

Descripción detallada de una realización

- 20 La figura 1 muestra esquemáticamente el principio general de uso de un conjunto de acoplamiento 1 según la presente invención para conectar de manera fija un miembro de rotación 2 a una sección extrema 3 de un eje hueco 4 de modo que el miembro de rotación 2 gire junto con el eje hueco 4 alrededor de un eje de rotación 5. En relación con los aerogeneradores, tal eje hueco puede, por ejemplo, estar hecho por fundición, tal como hecho de hierro fundido GGG40, que es un grado bajo de hierro dúctil.

- 25 La figura 2 muestra esquemáticamente una realización de la invención, y la figura 3 muestra una vista ampliada de una parte del conjunto de acoplamiento de la figura 2. En la figura 2, las partes se muestran en una vista de despiece antes del montaje, y en la figura 3, el conjunto de acoplamiento se muestra en el estado montado. La sección extrema 3 del eje hueco 4 tiene un diámetro de eje interno d y un diámetro de eje externo D . El conjunto de acoplamiento 1 comprende un anillo de contracción 6, un elemento de acoplamiento 7, una pluralidad de primeros pernos 8 y una pluralidad de segundos pernos 9. Cuando el conjunto de acoplamiento 1 está montado y listo para usar, el eje de rotación del anillo de contracción 6 y el eje de rotación del elemento de acoplamiento 7 son coincidentes con el eje de rotación 5 del eje hueco 4; véase la figura 1. Por lo tanto, solamente se hará referencia en lo sucesivo a un eje de rotación. La pluralidad de primeros pernos 7 y de segundos pernos 9 están preferiblemente dispuestos circunferencialmente a una distancia del eje de rotación 5 para los primeros pernos 7 y a otra distancia del eje de rotación para los segundos pernos 9. No obstante, también sería posible, por ejemplo, disponer los segundos pernos 9 en dos círculos, siempre que el grosor de la pared del eje hueco 4 sea lo suficientemente grande para acomodarse a esto.

- 30 Las figuras 2 y 3 también muestran un rodamiento 10 dispuesto para soportar la sección extrema 3 del eje hueco 4. En relación con los aerogeneradores, como se describirá más adelante, este rodamiento 10 será el rodamiento principal del extremo trasero. La colocación correcta del rodamiento 10 en relación con el conjunto de acoplamiento 1 se puede facilitar disponiendo de un elemento separador 11, tal como un anillo separador, entre el rodamiento 10 y el elemento de acoplamiento 7.

- 35 La figura 4 muestra esquemáticamente una vista en sección transversal de un anillo de contracción 6, tal como el de la figura 2. Comprende una superficie extrema del anillo de contracción 12, una superficie externa del anillo de contracción 13 y una superficie cónica del anillo de contracción 14. El diámetro del anillo de contracción externo corresponde al diámetro de eje interno d , como se puede ver más claramente en las figuras 2 y 3. El anillo de contracción 6 tiene además una pluralidad de primeros taladros pasantes 15 dispuestos circunferencialmente y que se extienden desde la superficie extrema del anillo de contracción 12. Los primeros taladros 15 están dispuestos y dimensionados de modo que estén adaptados para recibir los primeros pernos 8 como se muestra en las figuras 2 y 3.

- 40 La figura 5 muestra una vista esquemáticamente y en sección transversal de una realización del elemento de acoplamiento 7. Comprende una primera superficie del elemento de acoplamiento 16 que se enfrenta hacia otro lado del miembro de rotación 2 cuando el conjunto de acoplamiento 1 está en uso, y una segunda superficie del elemento de acoplamiento 17 que se orienta hacia el miembro de rotación 2 cuando el conjunto de acoplamiento 1 está en

5 uso. Además, comprende un surco anular 18 dispuesto en la primera superficie del elemento de acoplamiento 16. Cuando el elemento de acoplamiento 7 está en uso, la sección extrema 3 del eje hueco 4 está dispuesta en el surco anular 18 como se muestra en la figura 2. El surco anular 18 comprende una superficie de surco externa 19 con un diámetro de surco correspondiente al diámetro de eje externo D, una superficie cónica de surco 20 que coincide con la superficie cónica del anillo de contracción y una superficie inferior 21. Comprende además una pluralidad de segundos taladros pasantes 22 dispuestos circunferencialmente y que se extienden entre la superficie inferior 21 del surco 18 y la segunda superficie del elemento de acoplamiento 17. Estos segundos taladros 22 se usan para el establecimiento de la conexión de pernos a la sección extrema 3 del eje hueco 4 atornillando los segundos pernos 9 en agujeros roscados 23 que se extienden desde una superficie extrema 24 del eje hueco 4 como se muestra en las figuras 2 y 3. La conexión entre el anillo de contracción 6 y el elemento de acoplamiento 7 se establece mediante los primeros pernos 8 que se insertan en una pluralidad de primeros agujeros roscados 25 que se extienden en posiciones y orientaciones que coinciden con la pluralidad de los primeros taladros 15 del anillo de contracción 6 cuando el conjunto de acoplamiento 1 está en uso. El anillo de contracción 6 y el elemento de acoplamiento 7 pueden estar hechos de una serie de materiales, y los materiales a usar se determinarán como parte del proceso de diseño. Un ejemplo sería 42CrMo4.

10 En la realización de la invención mostrada en las figuras 2 a 5, cuando el conjunto de acoplamiento 1 está en uso, los primeros taladros 15 del anillo de contracción 6 se extienden paralelos al eje de rotación 5, la superficie extrema del anillo de contracción 12 se extiende perpendicular al eje de rotación, la primera superficie del elemento de acoplamiento 16 se extiende perpendicular al eje de rotación, y los segundos taladros pasantes 22 se extienden paralelos al eje de rotación. No obstante, otras orientaciones de los taladros y/o de las superficies también están cubiertas por la invención siempre que el funcionamiento general del conjunto de acoplamiento sea según la invención reivindicada.

15 Como se ve a partir de la descripción anterior, el anillo de contracción 6 está colocado y adaptado para bloquear el eje hueco 4 al elemento de acoplamiento 7 transfiriendo el par entre las superficies vecinas por fricción proporcionando presión a las superficies de la interconexión. La presión se proporciona apretando los primeros pernos 8 por lo que el anillo de contracción 6 y el elemento de acoplamiento 7 se mueven mutuamente en una dirección paralela al eje de rotación. Debido a las superficies cónicas 14, 20, la fuerza de compresión aumenta a medida que se aprietan los primeros pernos 8.

20 En la realización mostrada en las figuras 2 y 5, el elemento de acoplamiento 7 comprende además una pestaña externa 26 que se extiende en una dirección lejos del eje de rotación 5. Esta pestaña externa 26 comprende al menos una parte de la segunda superficie del elemento de acoplamiento 17 en la que está montado el miembro de rotación 2. En las realizaciones mostradas, la parte del elemento de acoplamiento 7 donde las cabezas de los segundos pernos 9 se colocan después del montaje está rebajada. Por este medio, llega a ser posible tener una superficie extrema plana del miembro de rotación 2 dispuesta contra la segunda superficie del elemento de acoplamiento 17. No obstante, en otros diseños, la geometría de un miembro de rotación podría permitir el espacio necesario para los segundos pernos 9, de modo que la segunda superficie del elemento de acoplamiento 17 podría ser plana.

25 La presente invención se hizo en relación con aerogeneradores y para conectar el eje principal del aerogenerador al soporte de planetarios de una caja de engranajes, tal como un engranaje planetario coaxial. El par a ser transferido para esta aplicación es muy grande, y con este propósito, la conexión entre el soporte de planetarios y el elemento de acoplamiento 7 se hará típicamente mediante una pluralidad de pernos. En una realización preferida, el elemento de acoplamiento 7 comprende además por lo tanto una pluralidad de segundos agujeros roscados 27 que se extienden desde la segunda superficie del elemento de acoplamiento 17, los segundos agujeros roscados 27 que están adaptados para recibir los terceros pernos (no mostrados) para el establecimiento de la conexión entre el miembro de rotación 2 y el eje hueco 4 a través del conjunto de acoplamiento 1. En la realización ilustrada, los segundos agujeros roscados 27 se proporcionan en la pestaña externa 26. De manera alternativa o en combinación con la misma, la pestaña externa 26 podría estar dotada con terceros taladros pasantes (no mostrados), y los agujeros roscados correspondientes (no mostrados) podrían estar entonces en el miembro de rotación 2. Esta alternativa sería ventajosa para los miembros de rotación 2 voluminosos que dejan muy poco espacio para la inserción y el apriete de los pernos.

30 La figura 6 muestra esquemáticamente un ejemplo de un aerogenerador 28 conocido. Comprende una torre 29 con una góndola 30 montada sobre la misma, un buje 31, al menos dos palas de aerogenerador 32 dispuestas en el buje 31, una caja de engranajes 33, un generador 34, y un eje principal 4 adaptado para transferir un movimiento de rotación de baja velocidad del buje 31 a un movimiento de rotación de alta velocidad de un eje de entrada 35 del generador 34 a través de la caja de engranajes 33. Típicamente, el buje 31 tiene tres palas 32 unidas al mismo. El par a ser transferido es el resultado de una fuerza proporcionada por el viento a las palas 32 y a través del eje principal 4. También resulta de la resistencia proporcionada por el sistema para generar energía. Además del par a ser transferido, la conexión también debería ser capaz de resistir la transferencia de momentos de flexión y de carga axial debidos a las diversas fuerzas implicadas en la operación del aerogenerador 28.

35 La figura 7 muestra esquemáticamente un tren de impulsión de un aerogenerador conocido. El eje principal 4 está soportado por dos rodamientos principales, denominados rodamiento delantero 36 y rodamiento trasero 10, y la caja

de engranajes 33 está soportada por un tercer rodamiento 37 y un tirante de engranaje 44; el tirante de engranaje se muestra esquemáticamente. Este diseño tiene una alta rigidez axial y una distribución de carga óptima entre los rodamientos delantero y trasero 36, 10 también con respecto a la posición en relación con la torre 29. Por otro lado, la configuración está estáticamente sobre determinada, porque hay más rodamientos de los que realmente se necesitan para estar estáticamente determinada.

El diseño muy compacto que se puede obtener con la presente invención tiene una serie de ventajas. Si un objetivo principal para una aplicación dada es evitar la deformación del eje hueco 4, una alternativa sería que haber transferido la mayor parte del par por los segundos pernos 9. No obstante, entonces serían necesarios pernos muy fuertes y, de este modo, costosos. La figura 8 muestra esquemáticamente un tren de impulsión de un aerogenerador 28 en donde el soporte de planetarios está conectado al eje principal 4 a través de un conjunto de acoplamiento 1 según la presente invención como se ha descrito anteriormente. El soporte de planetarios no es directamente visible en la figura 8, pero es parte de la caja de engranajes 33. El rodamiento trasero 10 para soportar el eje principal 4 está dispuesto en la proximidad cercana de la primera superficie del elemento de acoplamiento 16 como se muestra más claramente en las figuras 2 y 3. Un ejemplo de un diseño específico de un eje principal 4 para un aerogenerador 28 y de un conjunto de acoplamiento 1 según la presente invención se muestra en la figura 9. Como se muestra en las figuras, el rodamiento principal trasero 10 puede estar dispuesto muy cerca del conjunto de acoplamiento 1, y la primera superficie del elemento de acoplamiento 16 se puede usar para la correcta alineación mutua de los componentes; esto se explicó anteriormente. El tercer rodamiento 37 y el soporte de engranaje 44 usado en trenes de impulsión conocidos se pueden evitar con el diseño compacto de un conjunto de acoplamiento según la presente invención. Los cálculos hechos en relación con la presente invención han demostrado que el peso del eje principal 4 se puede reducir del orden del 40%, lo cual es altamente ventajoso con respecto tanto a la cantidad de material usado como al coste de transporte y manipulación. Esto ha sido posible porque el par se ha de transferir tanto por la conexión de contracción como por los segundos pernos 9. Esto significa que la conexión de contracción ha de llevar menos par que para una conexión conocida, y por ello tiene lugar una menor deformación del eje principal 4 durante el establecimiento de la conexión. Esta disminución de la deformación en comparación con las soluciones conocidas es particularmente ventajosa para los ejes huecos que tienen un grosor de pared relativamente pequeño.

La figura 10 es un diagrama de flujo de un método de montaje de una sección extrema 3 de un eje principal 4 de un aerogenerador 28 y un soporte de planetarios 2 de un sistema de engranaje planetario mediante el uso del conjunto de acoplamiento según la presente invención. El eje principal 4 está dotado con terceros agujeros roscados 27 que se extienden desde una superficie extrema 24 del eje principal 4 y en posiciones y orientaciones que coinciden con los segundos taladros 22 del elemento de acoplamiento 7. El método comprende los siguientes pasos:

- montar 38 el anillo de contracción 6 en el elemento de acoplamiento 7 mediante el uso de la pluralidad de primeros pernos 8,
- disponer 39 la sección extrema 3 del eje principal 4 en el surco anular 18,
- montar 40 el elemento de acoplamiento 7 en la sección extrema 3 mediante el uso de la pluralidad de segundos pernos 9 que se atornillan en los terceros agujeros roscados 23,
- apretar 41 la pluralidad de primeros pernos 8 para establecer una conexión de contracción, y
- montar 42 el soporte de planetarios 2 en el elemento de acoplamiento 7.

En realizaciones donde el elemento de acoplamiento 7 comprende una pestaña externa 26, el método puede comprender además el paso de montar 43 el soporte de planetarios 2 en el elemento de acoplamiento 7 mediante terceros pernos que se atornillan en los segundos agujeros roscados 27 en la pestaña externa 26.

Aunque la presente invención se ha descrito en conexión con las realizaciones especificadas, no se debería interpretar como que está limitada de ninguna manera a los ejemplos presentados. El alcance de la presente invención se expone mediante el conjunto de reivindicaciones que se acompaña. En el contexto de las reivindicaciones, los términos "que comprende" o "comprende" no excluyen otros elementos o pasos posibles. También, la mención de referencias como "un" o "una", etc. no se debería interpretar como que excluye una pluralidad. El uso de signos de referencia en las reivindicaciones con respecto a los elementos indicados en las figuras tampoco se interpretará como que limita el alcance de la invención. Además, las características individuales mencionadas en diferentes reivindicaciones posiblemente se pueden combinar ventajosamente, y la mención de estas características en diferentes reivindicaciones no excluye que una combinación de características no sea posible y ventajosa.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de acoplamiento (1) para conectar de manera fija un miembro de rotación (2) a una sección extrema (3) de un eje hueco (4), el eje hueco (4) que tiene un eje de rotación (5) y la sección extrema (3) que tiene un diámetro de eje interno (d) y un diámetro de eje externo (D), el conjunto de acoplamiento (1) que comprende:
- 5 - un anillo de contracción (6),
- un elemento de acoplamiento (7),
- una pluralidad de primeros pernos (8), y
- una pluralidad de segundos pernos (9);
- en donde el anillo de contracción (6) comprende:
- 10 - una superficie extrema del anillo de contracción (12) que se enfrenta hacia otro lado del miembro de rotación (2) cuando el conjunto de acoplamiento (1) está en uso,
- una superficie externa del anillo de contracción (13) que tiene un diámetro del anillo de contracción externo que corresponde al diámetro de eje interno (d),
- una superficie cónica del anillo de contracción (14), y
- 15 - una pluralidad de primeros taladros pasantes (15) dispuestos circunferencialmente y adaptados para recibir los primeros pernos (8), los primeros taladros (15) se extienden desde la superficie extrema del anillo de contracción (12);
- y en donde el elemento de acoplamiento (7) comprende:
- 20 - una primera superficie del elemento de acoplamiento (16) que se enfrenta hacia otro lado del miembro de rotación (2) cuando el conjunto de acoplamiento (1) está en uso,
- una segunda superficie del elemento de acoplamiento (17) que se orienta hacia el miembro de rotación (2) cuando el conjunto de acoplamiento (1) está en uso, caracterizado por que el elemento de acoplamiento comprende, además:
- 25 - un surco anular (18) dispuesto en la primera superficie del elemento de acoplamiento (16), el surco anular (18) que comprende:
- o una superficie de surco externa (19) con un diámetro de surco que corresponde al diámetro de eje externo (D),
- o una superficie cónica de surco (20) que coincide con la superficie cónica del anillo de contracción (14), y
- o una superficie inferior (21),
- 30 - una pluralidad de segundos taladros pasantes (22) dispuestos circunferencialmente y que se extienden entre la superficie inferior (21) del surco (18) y la segunda superficie del elemento de acoplamiento (17), y
- una pluralidad de primeros agujeros roscados (25) que se extienden en posiciones y orientaciones que coinciden con la pluralidad de primeros taladros (15) del anillo de contracción (6) cuando el conjunto de acoplamiento (1) está en uso.
- 35 2. El conjunto de acoplamiento (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los primeros taladros (15) del anillo de contracción (6) se extienden paralelos al eje de rotación (5) cuando el conjunto de acoplamiento (1) está en uso.
- 40 3. El conjunto de acoplamiento (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la superficie extrema del anillo de contracción (12) se extiende perpendicular al eje de rotación (5) cuando el conjunto de acoplamiento (1) está en uso.
- 45 4. El conjunto de acoplamiento (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la primera superficie del elemento de acoplamiento (16) se extiende perpendicular al eje de rotación (5) cuando el conjunto de acoplamiento (1) está en uso.
- 50 5. El conjunto de acoplamiento (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los segundos taladros pasantes (22) se extienden paralelos al eje de rotación (5) cuando el conjunto de acoplamiento (1) está en uso.

6. El conjunto de acoplamiento (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el elemento de acoplamiento (7) comprende además una pestaña externa (26) que se extiende en una dirección lejos del eje de rotación (5), la pestaña externa (26) que comprende al menos una parte de la segunda superficie del elemento de acoplamiento (17).
- 5 7. El conjunto de acoplamiento (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el elemento de acoplamiento (7) comprende además una pluralidad de segundos agujeros roscados (27) que se extienden desde la segunda superficie del elemento de acoplamiento (17), los segundos agujeros roscados (27) estando adaptados para recibir terceros pernos para el establecimiento de la conexión entre el miembro de rotación (2) y el eje hueco (4).
- 10 8. El conjunto de acoplamiento (1) según la reivindicación 7, cuando es dependiente de la reivindicación 6, en donde los segundos agujeros roscados (27) se proporcionan en la pestaña externa (26).
9. El conjunto de acoplamiento (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la relación entre el diámetro de eje interno (d) y el diámetro de eje externo (D) es de 0,5 a 0,95, tal como de 0,6 a 0,95, preferiblemente de 0,8 a 0,9.
- 15 10. El conjunto de acoplamiento (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el miembro de rotación (2) es un soporte de planetarios de un engranaje planetario coaxial.
11. Un aerogenerador (28) que comprende:
- una torre (29), una góndola (30) montada en la parte superior de la torre (29), un buje (31), al menos dos palas de aerogenerador (32) dispuestas en el buje (31), una caja de engranajes (33), un generador (34), y
- 20 - un eje principal (4) adaptado para transferir un movimiento de rotación de baja velocidad del buje (31) a un movimiento de rotación de alta velocidad de un eje de entrada (35) del generador (34) a través de la caja de engranajes (33),
- en donde la caja de engranajes (33) comprende un sistema de engranaje planetario que comprende un soporte de planetarios (2), y
- 25 en donde el soporte de planetarios (2) está conectado al eje principal (4) a través de un conjunto de acoplamiento (1) según la reivindicación 10.
12. El aerogenerador (28) según la reivindicación 11, en donde el sistema de engranaje planetario es un sistema de engranaje coaxial.
13. El aerogenerador (28) según la reivindicación 11 o 12, en donde un rodamiento principal (10) para soportar el eje principal (4) está dispuesto en la proximidad cercana de la primera superficie del elemento de acoplamiento (16).
- 30 14. Un método de montaje de una sección extrema (4) de un eje principal (4) de una aerogenerador (28) y un soporte de planetarios (2) de un sistema de engranaje planetario mediante el uso de un conjunto de acoplamiento (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, el eje principal (4) que está dotado con terceros agujeros roscados (23) que se extienden desde una superficie extrema (24) del eje principal (4) y en posiciones y orientaciones que coinciden con los segundos taladros (22) del elemento de acoplamiento (7), el método que comprende los siguientes pasos:
- 35 - montar (38) el anillo de contracción (6) en el elemento de acoplamiento (7) mediante el uso de la pluralidad de primeros pernos (8),
- disponer (39) la sección extrema (3) del eje principal (4) en el surco anular (18),
- 40 - montar (40) el elemento de acoplamiento (7) en la sección extrema (3) mediante el uso de la pluralidad de segundos pernos (9) que se atornillan en los terceros agujeros roscados (23),
- apretar (41) la pluralidad de primeros pernos (8) para establecer una conexión de contracción, y
- montar (42) el soporte de planetarios (2) en el elemento de acoplamiento (7).
- 45 15. El método según la reivindicación 14, en donde el conjunto de acoplamiento (1) es según la reivindicación 9, y en donde el soporte de planetarios (2) está montado en el elemento de acoplamiento (7) mediante terceros pernos que se atornillan en los segundos agujeros roscados (27) en la pestaña externa (26).

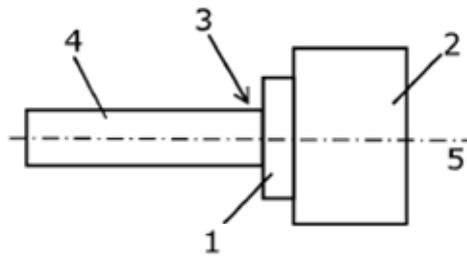


Fig. 1

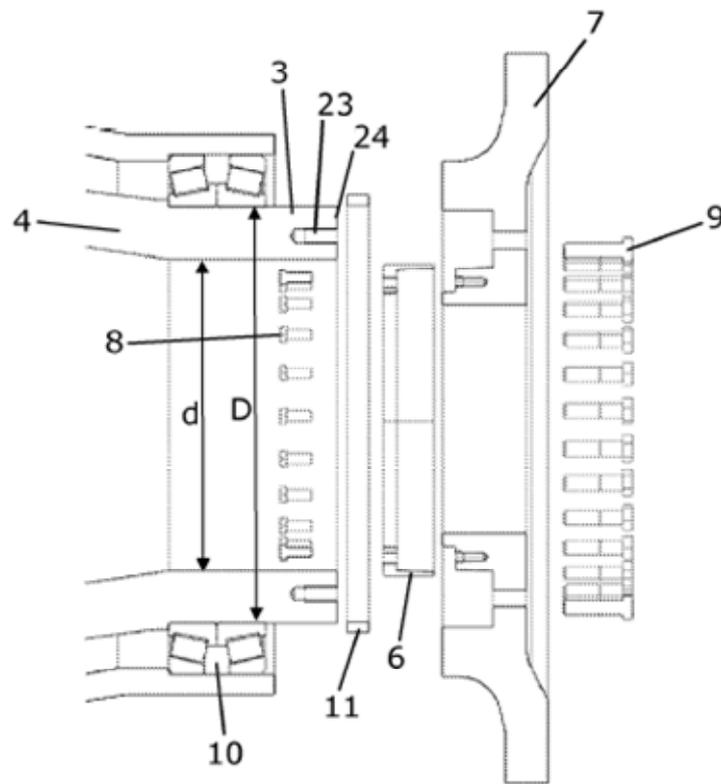


Fig. 2

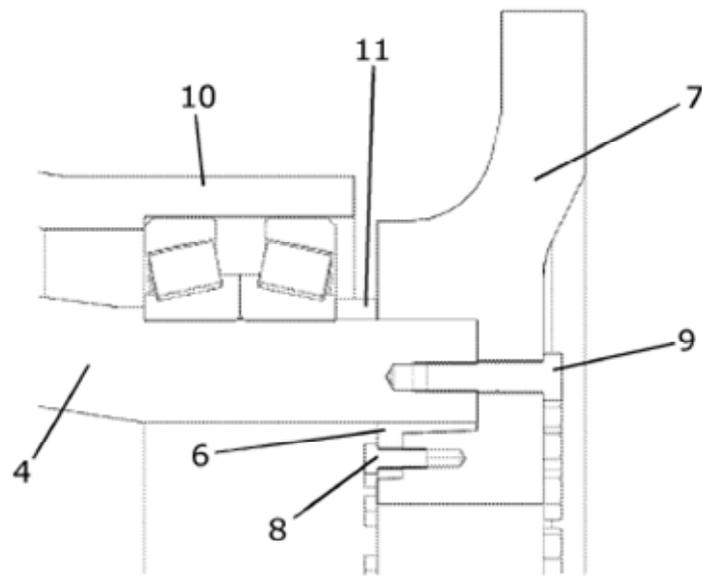


Fig. 3

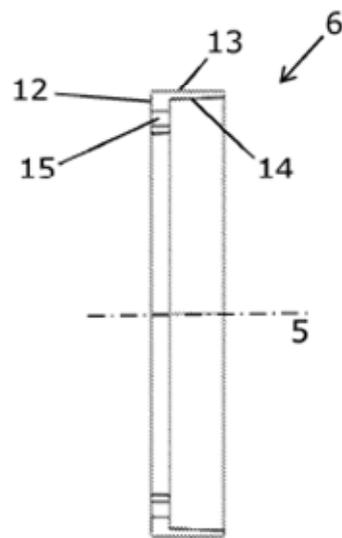


Fig. 4

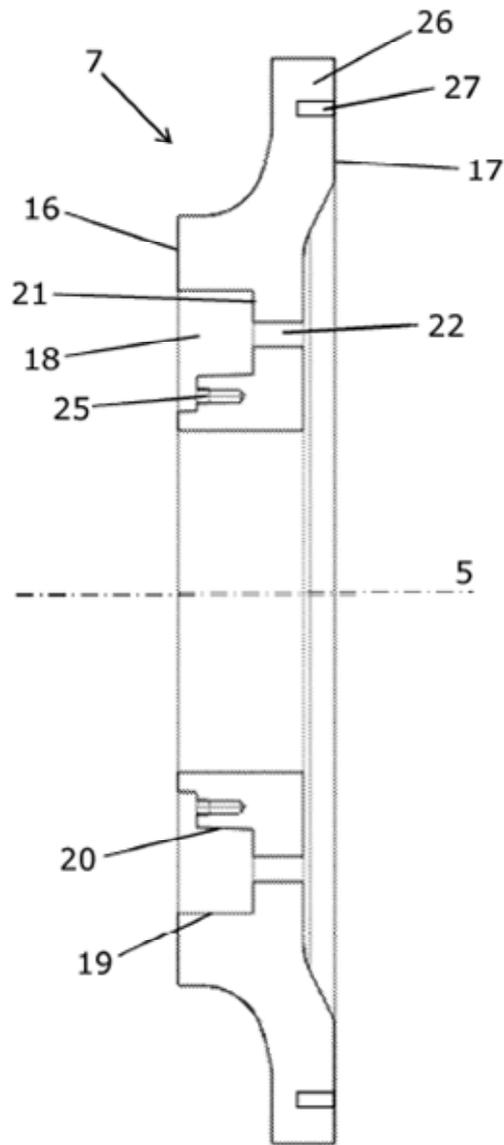


Fig. 5

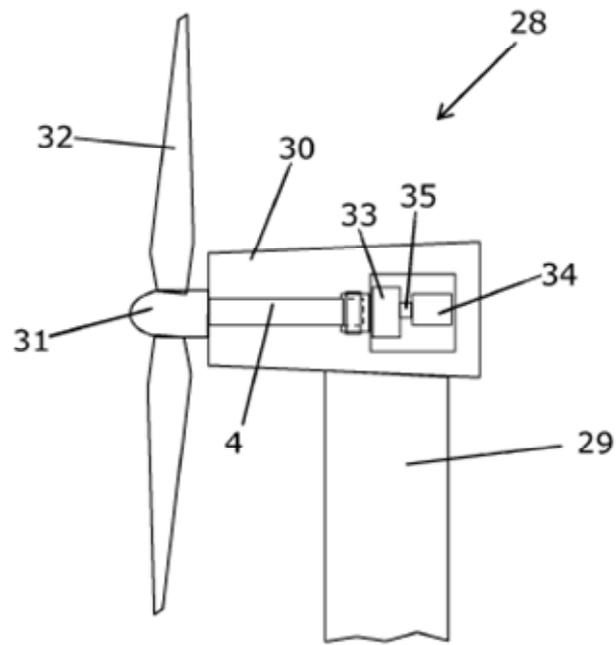


Fig. 6

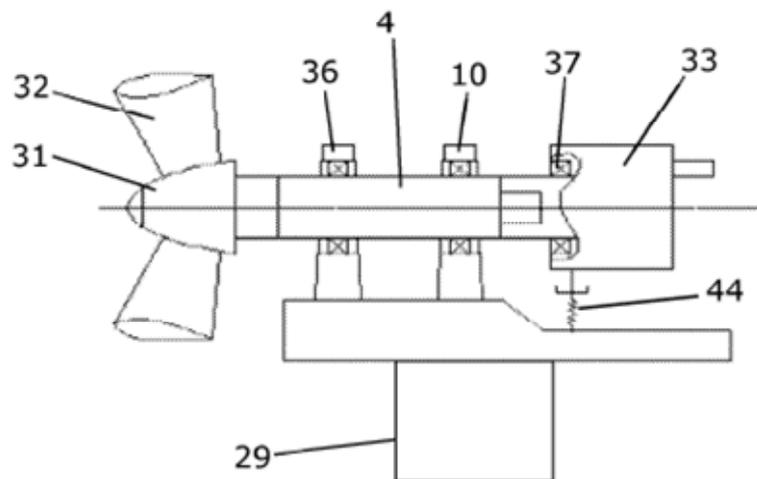


Fig. 7, técnica anterior

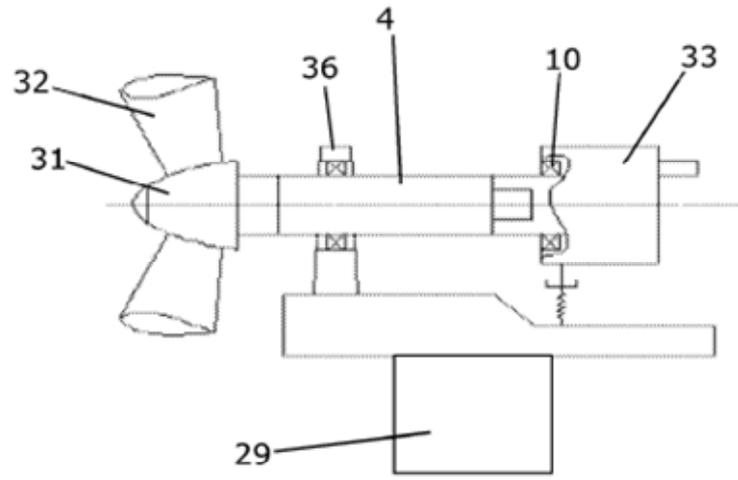


Fig. 8

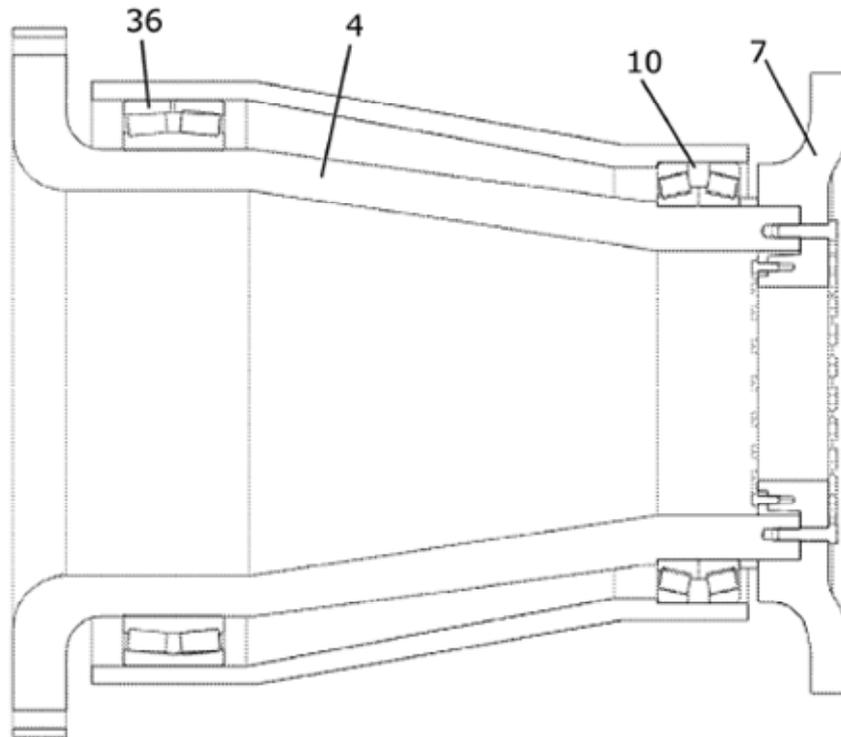


Fig. 9

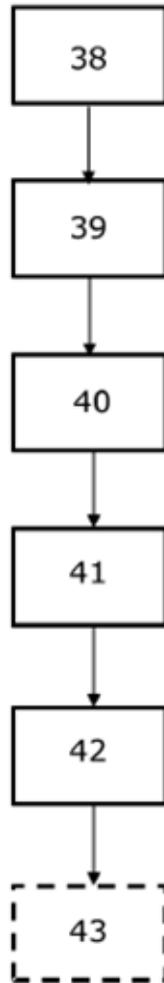


Fig. 10