

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 695 500**

21 Número de solicitud: 201730868

51 Int. Cl.:

F03D 80/70

(2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

30.06.2017

43 Fecha de publicación de la solicitud:

08.01.2019

Fecha de concesión:

03.09.2019

45 Fecha de publicación de la concesión:

10.09.2019

73 Titular/es:

**LAULAGUN BEARINGS, SA (100.0%)
Harizti Industrialdea 201-E
20212 Olaberria (Gipuzkoa) ES**

72 Inventor/es:

**ZURUTUZA SANTA CRUZ, Aitor;
LEKUONA AGIRREBENGOA, Ioseba;
ASENSIO IRIARTE, Mikel y
OLAVE IRIZAR, Mireia**

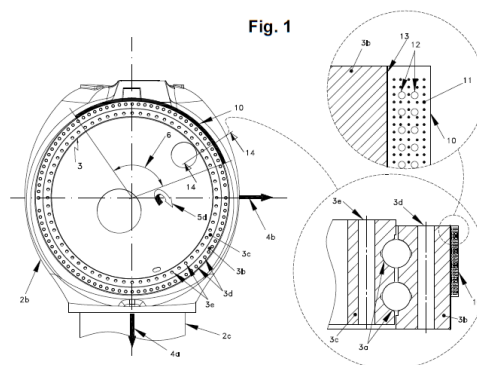
74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

54 Título: **RODAMIENTO CON RIGIDIZADOR DE COMPENSACIÓN DE SOBRESFUERZOS**

57 Resumen:

Rodamiento con rigidizador de compensación de sobrefuerzos de los que utilizan un rigidizador para compensar los sobrefuerzos que se producen en determinadas zonas arcocirculares de tensión crítica de un anillo de rodadura y de los empleados en instalaciones eólicas o similares en el que el rodamiento (3) en la zona arcocircunferencial de tensión crítica (6) posee unido un rigidizador no metálico de estructura múltiple (10) constituido por una estructura base sintética (11) e inclusiones resistentes a tracción (12) orientadas al menos en la dirección del sobrefuerzo principal a compensar.



ES 2 695 500 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

DESCRIPCIÓN

RODAMIENTO CON RIGIDIZADOR DE COMPENSACIÓN DE SOBRESFUERZOS

5

CAMPO DE LA INVENCION

Esta invención concierne a un rodamiento con rigidizador de compensación de sobrefuerzos de los empleados en instalaciones eólicas o similares.

10

ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

En la actualidad existen en el mercado rodamientos de gran tamaño empleados en diferentes sectores, siendo el sector eólico uno en el que es habitual el uso de grandes rodamientos.

15

Uno de los lugares de un aerogenerador donde se utilizan estos rodamientos es en las palas del aerogenerador. Durante el funcionamiento del aerogenerador en los rodamientos de las palas del aerogenerador se producen esfuerzos muy complejos como son la fuerza debido al viento, la fuerza debido al peso de la pala y la fuerza centrífuga debida al giro de la pala del aerogenerador. Estos sobrefuerzos se acentúan en el contorno de los alojamientos de los anillos de rodadura. Los esfuerzos más perjudiciales en el rodamiento se producen en la zona de la dirección circunferencial al eje de giro del rodamiento (denominada dirección "hoop") y dentro de esa dirección circunferencial existe una zona arcocircunferencial especialmente crítica (denominada zona "hoop") donde se producen los mayores esfuerzos que deben ser reducidos o compensados usando rigidizadores unidos a los anillos externos (y/o internos) de rodadura del rodamiento porque el sobredimensionar todo el rodamiento sería una opción menos deseable en peso, costo y complejidad.

20

25

El uso de rigidizadores arcocirculares metálicos es conocido así como su unión por atornillado y el uso de diferentes secciones transversales que pretenden mejorar la compensación de sobrefuerzos.

30

En este sentido, por ejemplo, es conocida la Patente española ES 200602873 de Gamesa Innovation & Technology, S.L. que refuerza un rodamiento de una pala de aerogenerador que contiene unido un rigidizador arcocircunferencial en una parte del anillo externo de rodadura en el que la unión se realiza mediante uniones atornilladas.

35

También es conocida la Patente Europea EP 08104136 de Siemens Aktiengesellschaft en la que se muestra formas geométricas ventajosas de la sección del anillo externo y/o interno de rodadura de un rigidizador arcocircunferencial.

40

En los rigidizadores metálicos hasta ahora conocidos que se unen por atornillado, se produce un incremento importante de peso de la estructura global del aerogenerador que es indeseable.

45

Así mismo, las uniones atornilladas necesitan más espacio en la sección del anillo de rodadura para los orificios de atornillado y precisan de recalculer su sección aumentando su superficie, por lo que se requiere de rigidizadores de mayor tamaño y peso, lo que acentúa lo perjudicial de su utilización.

50

Así, por ejemplo, para un rodamiento que tiene que soportar cargas extremas de quince mil kilonewtons por metro (15.000 kNm) se requiere un diámetro de rodamiento de dos mil setecientos milímetros (2700 mm) y un peso aproximado de rodamiento de dos mil quinientos kilogramos (2500 kg). El rigidizador de acero necesario es de aproximadamente el 10% del

peso del rodamiento, esto es, de doscientos cincuenta kilogramos (250 kg) y abarca entre ciento cuarenta y ciento ochenta grados (140°-180°) del sector del rodamiento.

- 5 Estas soluciones son difíciles de reparar o sustituir en campo porque precisan del desatornillado en posiciones muy difíciles e incluso del desatornillado del propio rodamiento.

EXPLICACIÓN DE LA INVENCION Y VENTAJAS

- 10 Frente a este estado de la técnica, el objeto esencial de esta invención es un rodamiento con rigidizador de compensación de sobreesfuerzos que en la zona arcocircunferencial de tensión crítica posee unido un rigidizador no metálico de estructura múltiple constituido por una estructura base sintética e inclusiones resistentes a tracción orientadas al menos en la dirección del sobreesfuerzo principal a compensar.

- 15 Gracias a esta configuración, al tratarse de un rigidizador no metálico de estructura múltiple, se consigue un rodamiento con un rigidizador de resistencia no menor a la del rigidizador metálico, pero con una reducción considerable de peso. Por lo que se reduce el peso global de la estructura del aerogenerador. Además, su colocación en el rodamiento más sencilla.

- 20 Otra característica de la invención es que las inclusiones resistentes a tracción están formadas preferentemente por elementos filares resistentes orientados en la dirección del sobreesfuerzo principal a compensar.

- 25 Las ventajas de esta configuración es que se consigue una mayor resistencia a la tracción justo en el lugar preciso de la sección transversal y permite, con facilidad, efectuar un rigidizador concreto con una resistencia propia por el número, material y sección de los elementos filares incorporados; lo que facilita su fabricación e incluso permite que no sea necesaria una sustitución del rodamiento, sino que incluso puede complementarse y repararse con facilidad en campo.

- 30 Otra característica de la invención es que la unión del rigidizador no metálico de estructura múltiple a la zona arcocircunferencial de tensión crítica se realizará con unión adhesiva, reforzada o no con uniones metálicas atornilladas.

- 35 Gracias a esta configuración, se puede realizar un tipo de unión, otra, o un complemento de las dos en función de las características del tipo de instalación y lugar de la misma (ambiente seco, húmedo, salino...).

- 40 Otra característica de la invención es que el rigidizador no metálico de estructura múltiple tiene una configuración en amplitud del arco, sección, material y naturaleza de las inclusiones resistentes a tracción adecuada al sobreesfuerzo concreto de cada rodamiento.

- 45 Las ventajas de esta configuración es que se obtiene una mayor versatilidad, pudiendo adaptarse el rigidizador no metálico de estructura múltiple a diferentes situaciones en función de las características de la instalación. También es posible realizar la rigidización del rodamiento y/o reparaciones en campo, es decir, cuando se identifique algún tipo de defecto o grieta en el rodamiento es posible desacelerar o incluso parar el avance de la grieta mediante el rigidizador no metálico de estructura múltiple. Además, el rigidizador no metálico de estructura múltiple puede aplicarse durante la fabricación del rodamiento o in situ, es decir, cuando el rodamiento se encuentra en las instalaciones de montaje, antes o después de su montaje en el buje de unión de las palas del aerogenerador, pudiendo ser fácilmente reemplazado en caso de localizarse algún tipo de defecto.
- 50

Otra característica de la invención es que está previsto que las inclusiones resistentes a tracción puedan adoptar forma unifilar y/o cordón trenzado, forma de malla o tejido con resistencia complementaria en la dirección transversal.

- 5 Gracias a esta configuración, se obtiene una mayor resistencia del rodamiento, pudiendo el rodamiento con su rigidizador no metálico de estructura múltiple ser capaz de soportar mayores esfuerzos.

- 10 Otra característica de esta invención es que está previsto la adopción de secciones transversales adecuadas a los posibles esfuerzos.

Las ventajas de esta configuración es que en función del tipo de instalación eólica y de los esfuerzos a los que se encuentre sometido el rodamiento puede emplearse un rigidizador con un tipo de sección u otra.

- 15 Otra característica de la invención es que dentro de una misma sección transversal está previsto la distribución variable de las inclusiones resistentes a tracción.

- 20 Gracias a esta configuración, se obtiene una mayor resistencia y rigidez del rodamiento, y por consiguiente una mayor durabilidad, aprovechando más el posible espacio disponible.

Otra característica de la invención es que está previsto la inclusión del rigidizador no metálico de estructura múltiple en la periferia del anillo externo de rodadura y/o anillo interno de rodadura del rodamiento.

- 25 Las ventajas de esta configuración es que dependiendo de los esfuerzos generados en la instalación, es posible situar el rigidizador no metálico de estructura múltiple en una zona u otra.

- 30 De acuerdo con la invención, está previsto que la amplitud angular del rigidizador no metálico de estructura múltiple pueda alcanzar hasta la corona completa (360°) si se desea.

Gracias a las configuraciones de la invención, es posible reforzar el rodamiento en función de los esfuerzos característicos de cada tipo de instalación.

- 35 Otra característica de la invención es que está previsto que las inclusiones resistentes a tracción sean total o parcialmente metálicas manteniéndose el carácter no metálico del rigidizador no metálico de estructura múltiple.

- 40 Las ventajas de esta configuración es que hacen que el rigidizador no metálico de estructura múltiple sea más versátil, pudiéndose adaptar a cada tipo de instalación en función de las necesidades requeridas.

DIBUJOS Y REFERENCIAS

- 45 Para comprender mejor la naturaleza del invento, en los dibujos adjuntos se representa una forma de realización industrial que tiene carácter de ejemplo meramente ilustrativo y no limitativo.

- 50 La figura 1 representa en la parte izquierda una vista del rodamiento (3) en el buje de unión de las palas del aerogenerador (2b) con el rigidizador no metálico de estructura múltiple (10), representado en negro, unido al anillo externo de rodadura (3b) y donde se observan los esfuerzos a los que se encuentra sometido debido al funcionamiento del aerogenerador (2).

En la parte inferior derecha se ha representado un detalle ampliado, para una mejor comprensión, de la sección transversal (14) del rodamiento (3) en la que se observa el rigidizador no metálico de estructura múltiple (10) unido al anillo externo de rodadura (3b).

- 5 Para una mejor visualización del rigidizador no metálico de estructura múltiple (10), en la parte superior derecha, se ha ampliado más el detalle y se distingue la composición del rigidizador no metálico de estructura múltiple (10), constituido por la estructura base sintética (11) y las inclusiones resistentes a tracción (12) y la unión de refuerzo (7) al anillo externo de rodadura (3b), representada en línea más gruesa.
- 10 La figura 2 pretende explicar las fuerzas que actúan en los aerogeneradores, la cual representa en la parte izquierda una vista isométrica de la estructura del aerogenerador (2) y las fuerzas y pares a los que se encuentra sometido durante su funcionamiento.
- 15 En la parte derecha de la figura 2 se observa un detalle en planta ampliado del rodamiento (3) en el buje de unión (2b) de las palas del aerogenerador (2) con el rigidizador usual (1) unido al rodamiento (3) y donde se observa también los esfuerzos a los que se encuentra sometido generados por el funcionamiento del aerogenerador (2).
- 20 Las figuras 3a, 3b, 3c y 3d representan diferentes posibles realizaciones de la sección transversal (14) del rigidizador no metálico de estructura múltiple (10).

En estas figuras están indicadas las siguientes referencias:

- 25 1.- Rigidizador usual
2.- Aerogenerador
2a.- Pala del aerogenerador (2)
2b.- Buje de unión de las palas del aerogenerador (2)
2c.- Góndola del aerogenerador (2)
30 2d.- Torre del aerogenerador (2)
3.- Rodamiento
3a.- Elemento de rodadura
3b.- Anillo externo de rodadura
3c.- Anillo interno de rodadura
35 3d.- Orificio de unión del anillo externo de rodadura (3b)
3e.- Orificio de unión del anillo interno de rodadura (3c)
4.- Fuerzas generadas en el aerogenerador (2)
4a.- Fuerza debida al viento
4b.- Fuerza debida al peso de la pala
40 4c.- Fuerza centrífuga debida al giro de la pala
5.- Pares generados en el aerogenerador (2)
5a.- Par generado por la fuerza debida al viento (4a)
5b.- Par generado por la fuerza debida al peso de la pala (4b)
5c.- Par generado por la fuerza centrífuga debida al giro de la pala (4c)
45 5d.- Par generado por la fuerza debida al viento (4a) y la fuerza debida al peso de la pala (4b)
6.- Zona arcocircunferencial de tensión crítica
10.- Rigidizador no metálico de estructura múltiple
11.- Estructura base sintética
50 12.- Inclusiones resistentes a tracción
13.- Unión adhesiva del rigidizador no metálico de estructura múltiple (10) al anillo externo de rodadura (3b)
14.- Sección transversal

EXPOSICION DE UNA REALIZACIÓN PREFERENTE

5 Con relación a los dibujos y referencias arriba enumerados, se ilustra en los planos adjuntos un modo de ejecución preferente del objeto de la invención la cual concierne a un rodamiento con rigidizador de compensación de sobreesfuerzos de los que utilizan un rigidizador para compensar los sobreesfuerzos que se producen en determinadas zonas arcocirculares de tensión crítica de un anillo de rodadura y de los empleados en instalaciones eólicas o similares en el que el rodamiento (3) en la zona arcocircunferencial de tensión crítica (6) posee unido un
10 rigidizador no metálico de estructura múltiple (10) constituido por una estructura base sintética (11) e inclusiones resistentes a tracción (12) orientadas al menos en la dirección del sobreesfuerzo principal a compensar.

15 En la figura 1 podemos ver en la parte izquierda el rodamiento (3) en el buje de unión (2b) de las palas del aerogenerador (2). Debido al funcionamiento del aerogenerador (2) el rodamiento (3) se encuentra sometido a distintos tipos de fuerzas y pares. De este modo, se muestra el rodamiento (3) sometido a la fuerza debido al viento (4a) y la fuerza debida al peso de la pala (4b) las cuales crean el par generado por la fuerza debida al viento (4a) y la fuerza debida al peso de la pala (4b).

20 Se observa también la zona arcocircunferencial de tensión crítica (6) del rodamiento (3) en la que se producen los mayores esfuerzos, correspondiente con la dirección circunferencial al eje de giro del rodamiento (3). Esta zona arcocircunferencial de tensión crítica (6) se refuerza mediante el rigidizador no metálico de estructura múltiple (10).

25 El nuevo concepto de efectuar el rigidizador no metálico de estructura múltiple (10) permite que cada uno de los componentes de su estructura múltiple tenga una función estructural distinta y la estructura base sintética (11) es favorable para fijar el rigidizador no metálico de estructura múltiple (10) al anillo externo de rodadura (3b) y/o anillo interno de rodadura (3c) y fijar también
30 las inclusiones resistentes a tracción (12), que son propiamente las que más intervienen en la compensación de los sobreesfuerzos y, por tanto, pueden concretarse en material, sección, distribución e incluso posición dentro de la sección de la estructura base sintética (11); todo ello para cumplir las exigencias de una ejecución programada concretamente.

35 En la parte inferior derecha se ha representado la sección transversal (14) del rodamiento (3) en la que en la parte superior derecha se observa una vista detallada del rigidizador no metálico de estructura múltiple (10), constituido por una estructura base sintética (11) e inclusiones resistentes a tracción (12). Gracias a esta configuración, al tratarse de materiales más ligeros que el metal, se obtiene un menor peso del rodamiento (3) y, por consiguiente, un
40 menor peso de la estructura global del aerogenerador (2).

Se observa también que las inclusiones resistentes a tracción (12) están formadas preferentemente por elementos filares resistentes orientados en la dirección del sobreesfuerzo principal a compensar. Gracias a esta característica se permite una mayor absorción de los
45 esfuerzos generados en el rodamiento (3) y, por lo tanto, una mayor resistencia.

En el detalle ampliado del rigidizador no metálico de estructura múltiple (10) se ve representada la unión de refuerzo (7) al anillo externo de rodadura (3b) del rigidizador no metálico de estructura múltiple (10) a la zona arcocircunferencial de tensión crítica (6) que se realizará con
50 unión adhesiva (13), reforzada o no con uniones metálicas atornilladas. En una realización preferente está previsto que la unión de refuerzo (7) al anillo externo de rodadura (3b) se realice mediante unión adhesiva (13). Las ventajas de esta configuración es que al tratarse de uniones adhesivas (13) necesitan un espacio menor que si se emplearan uniones mecánicas y, por consiguiente, se reduce el peso de la estructura del aerogenerador (2). Además, no hay

necesidad de desatornillar el anillo externo de rodadura (3b) y/o el anillo interno de rodadura (3c) del rodamiento (3).

5 Se observa también en la figura 1, que el rigidizador no metálico de estructura múltiple (10) tiene una configuración en amplitud del arco, sección, material y naturaleza de las inclusiones resistentes a tracción (12) adecuada al sobreesfuerzo concreto de cada rodamiento (3).

10 Está previsto que las inclusiones resistentes a tracción (12) puedan adoptar forma unifilar y/o cordón trenzado, forma de malla o tejido con resistencia complementaria en la dirección transversal, siendo de este modo el rodamiento (3) capaz de soportar mayores esfuerzos.

15 Otras posibles realizaciones de la invención se muestran en las figuras 3a, 3b, 3c y 3d. De este modo, está previsto la adopción de secciones transversales (14) adecuadas a los posibles esfuerzos. Por lo tanto, es posible el empleo de un tipo de sección transversal (14) u otra en función de los sobreesfuerzos a soportar y del tipo de instalación eólica.

20 Al mismo tiempo, dentro de una misma sección transversal (14) está previsto la distribución variable de las inclusiones resistentes a tracción (12). Así, es posible un aumento de la rigidez del rigidizador no metálico de estructura múltiple (3) en una zona concreta y, por lo tanto, es posible soportar mayores esfuerzos en función de las características de las instalaciones eólicas.

25 Otra característica de la invención es que está previsto la inclusión del rigidizador no metálico de estructura múltiple (10) en la periferia del anillo externo (3b) y/o anillo interno (3c) del rodamiento (3). De este modo, es posible situar el rigidizador no metálico de estructura múltiple (10) en una zona u otra dependiendo de las necesidades requeridas.

30 Otra característica de la invención es que está previsto que la amplitud angular del rigidizador no metálico de estructura múltiple (10) pueda alcanzar hasta la corona completa (360°) si se desea. De este modo, es posible reforzar el rodamiento (3) en función de las características del tipo de instalación.

35 Finalmente, otra característica de la invención es que está previsto que las inclusiones resistentes a tracción (12) sean total o parcialmente metálicas manteniéndose el carácter no metálico del rigidizador no metálico de estructura múltiple (10). De este modo, se obtiene un rigidizador no metálico de estructura múltiple (10) más versátil, pudiéndose adaptar a cada tipo de instalación en función de las necesidades requeridas.

40 Así, de acuerdo con nuestra invención, el rigidizador no metálico de estructura múltiple (10) puede realizarse con una estructura base sintética (11) de material de refuerzo de fibra de carbono de alto módulo elástico. De este modo, se obtiene una rigidez igual a la que aporta el rigidizador usual (1) añadiendo un porcentaje aproximado de un 20% más de área de material para compensar la diferencia del módulo elástico del acero. Aun así, teniendo una densidad muy inferior, la suma final del peso añadido puede llegar a ser cuatro veces menor respecto al
45 rigidizador usual (1). De esta forma, en el caso de un rodamiento (3) de dos mil quinientos kilogramos de peso (2500 kg), en vez de añadir un rigidizador usual (1) de doscientos cincuenta kilogramos (250 kg), se puede obtener un rigidizador no metálico de estructura múltiple (10) de sesenta y cinco kilogramos (65 kg).

50 Respecto a la unión adhesiva (13) del rigidizador no metálico de estructura múltiple (10) al anillo externo de rodadura (3b), se puede realizar mediante adhesivos rígidos, por ejemplo, epoxis o metacrilatos, que pueden alcanzar resistencias elevadas similares a uniones atornilladas y con una buena durabilidad.

Esta invención es aplicable a cualquier tipo de rodamiento (3) en los que el elemento de rodadura (3a) pueden ser bolas y/o rodillos o cualquiera de los actualmente utilizados.

- 5 No alteran la esencialidad de está invención variaciones en materiales, forma, tamaño y disposición de los elementos componentes, descritos de manera no limitativa, bastando ésta para proceder a su reproducción por un experto.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Rodamiento con rigidizador de compensación de sobrefuerzos de los que utilizan un rigidizador para compensar los sobrefuerzos que se producen en determinadas zonas arcocirculares de tensión crítica de un anillo de rodadura y de los empleados en instalaciones eólicas o similares **caracterizado porque** el rodamiento (3) en la zona arcocircunferencial de tensión crítica (6) posee unido un rigidizador no metálico de estructura múltiple (10) constituido por una estructura base sintética (11) e inclusiones resistentes a tracción (12) orientadas al menos en la dirección del sobrefuerzo principal a compensar.
- 10 2. Rodamiento con rigidizador de compensación de sobrefuerzos según la reivindicación 1ª, **caracterizado porque** las inclusiones resistentes a tracción (12) están formadas preferentemente por elementos filares resistentes orientados en la dirección del sobrefuerzo principal a compensar.
- 15 3. Rodamiento con rigidizador de compensación de sobrefuerzos según las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** la unión del rigidizador no metálico de estructura múltiple (10) a la zona arcocircunferencial de tensión crítica (6) se realizará con unión adhesiva (13), reforzada o no con uniones metálicas atornilladas.
- 20 4. Rodamiento con rigidizador de compensación de sobrefuerzos según las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** el rigidizador no metálico de estructura múltiple (10) tiene una configuración en amplitud del arco, sección, material y naturaleza de las inclusiones resistentes a tracción (12) adecuada al sobrefuerzo concreto de cada rodamiento (3).
- 25 5. Rodamiento con rigidizador de compensación de sobrefuerzos según las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** está previsto que las inclusiones resistentes a tracción (12) puedan adoptar forma unifilar y/o cordón trenzado, forma de malla o tejido con resistencia complementaria en la dirección transversal.
- 30 6. Rodamiento con rigidizador de compensación de sobrefuerzos según las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** está previsto la adopción de secciones transversales (14) adecuadas a los posibles esfuerzos.
- 35 7. Rodamiento con rigidizador de compensación de sobrefuerzos según las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** dentro de una misma sección transversal (14) está previsto la distribución variable de las inclusiones resistentes a tracción (12).
- 40 8. Rodamiento con rigidizador de compensación de sobrefuerzos según las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** está previsto la inclusión del rigidizador no metálico de estructura múltiple (10) en la periferia del anillo externo de rodadura (3b) y/o anillo interno de rodadura (3c) del rodamiento (3).
- 45 9. Rodamiento con rigidizador de compensación de sobrefuerzos según las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** está previsto que la amplitud angular del rigidizador no metálico de estructura múltiple (10) pueda alcanzar hasta la corona completa (360°) si se desea.
- 50 10. Rodamiento con rigidizador de compensación de sobrefuerzos según las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** está previsto que las inclusiones resistentes a tracción (12) sean total o parcialmente metálicas manteniéndose el carácter no metálico del rigidizador no metálico de estructura múltiple (10).

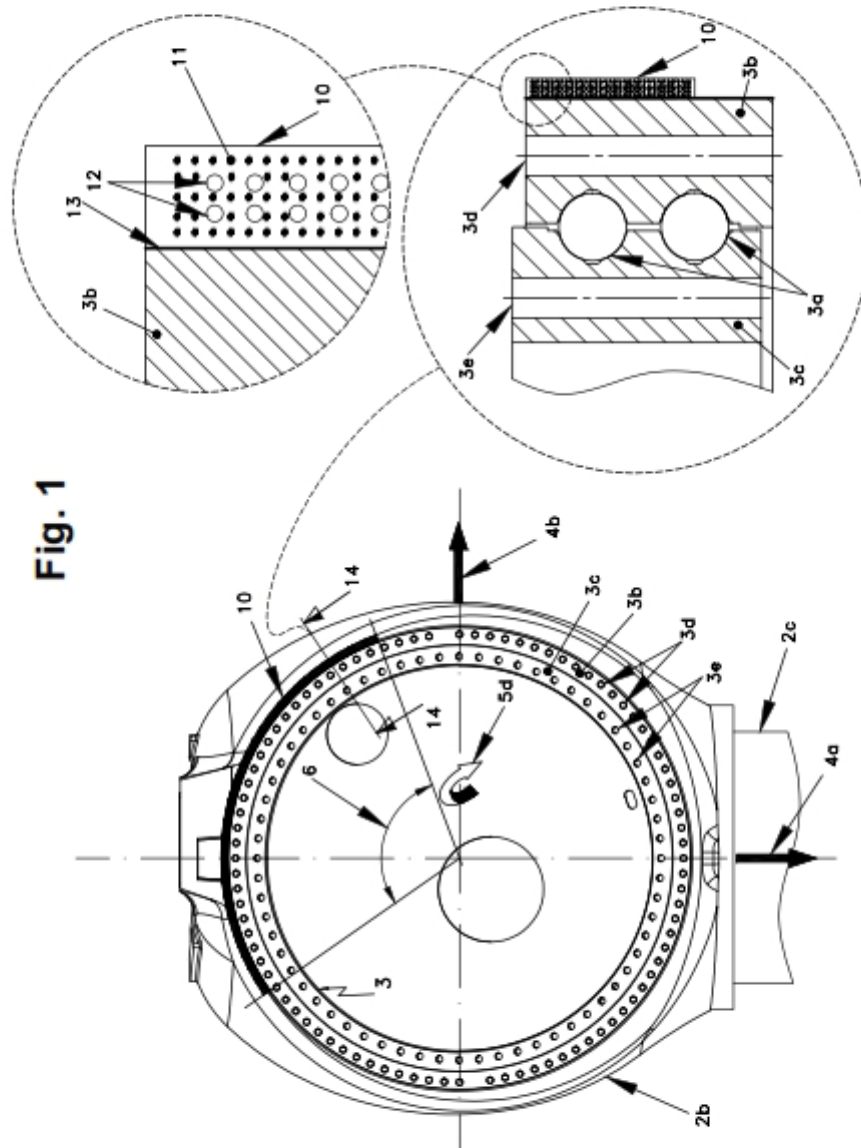
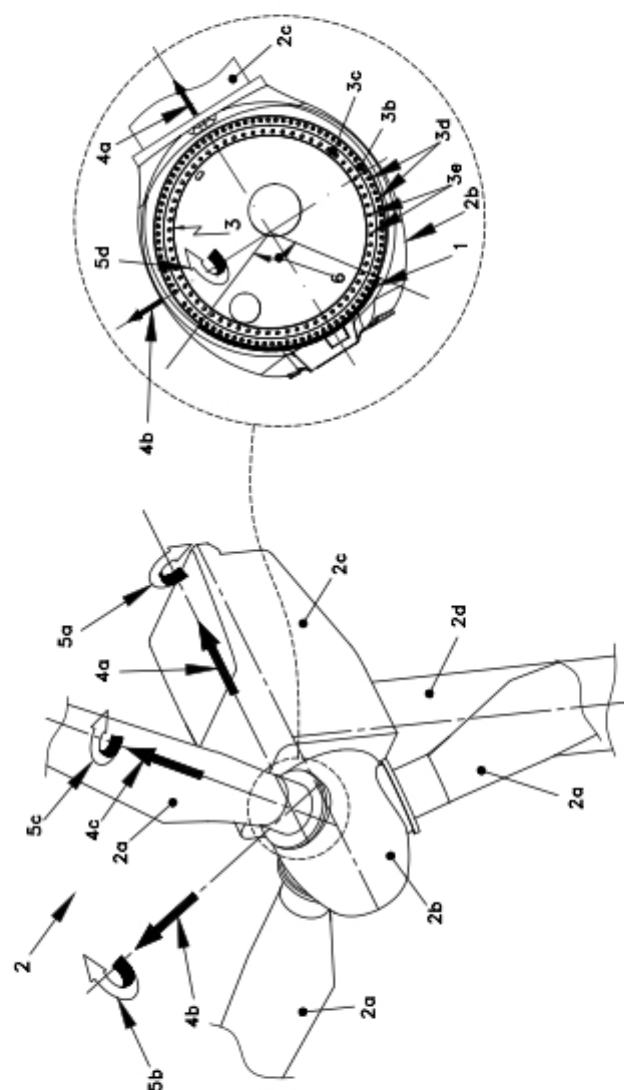


Fig. 2



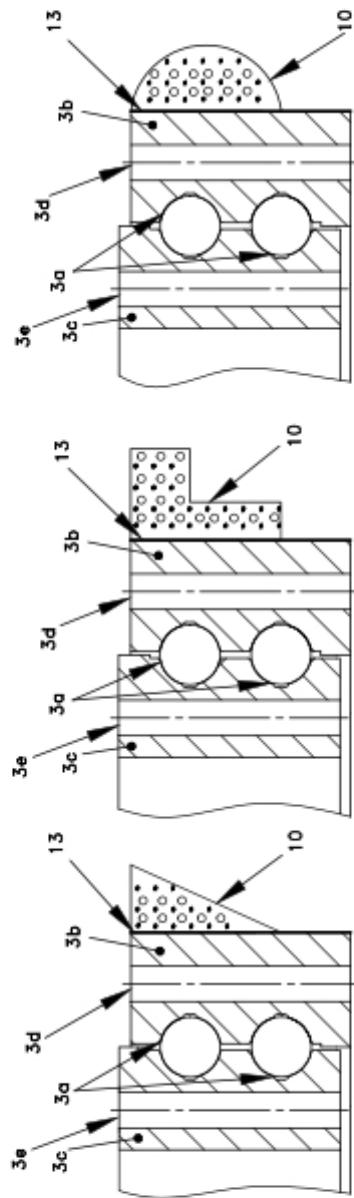


Fig. 3a

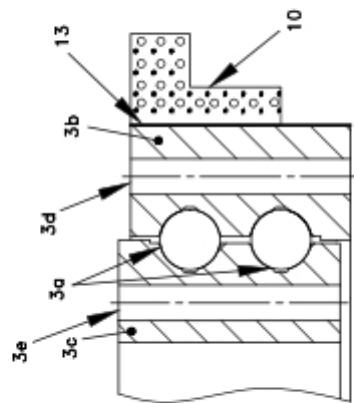


Fig. 3b

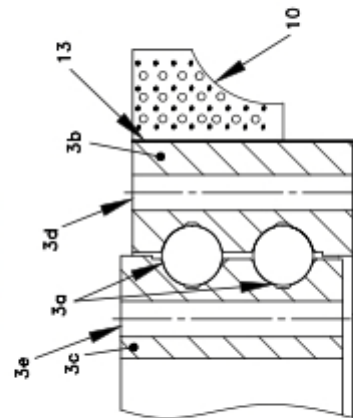


Fig. 3d