

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 590 533**

51 Int. Cl.:

F03D 80/00 (2006.01)

F16C 23/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.02.2005** E **05002470 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.06.2016** EP **1564406**

54 Título: **Cojinete de pedestal con capacidad de amortiguación para turbinas eólicas**

30 Prioridad:

11.02.2004 EP 04002989

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

22.11.2016

73 Titular/es:

**FM ENERGIE GMBH & CO. KG (100.0%)
Im Rosengarten 16
64646 Heppenheim, DE**

72 Inventor/es:

MITSCH, FRANZ

74 Agente/Representante:

ILLESCAS TABOADA, Manuel

ES 2 590 533 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

Cojinete de pedestal con capacidad de amortiguación para turbinas eólicas

5 La invención se refiere a un novedoso conjunto de cojinete para rotores o árboles de rotores de turbinas eólicas (cojinete de pedestal), que se compone esencialmente de un cojinete de rodillos configurado geométricamente conforme al uso según la invención y que está equipado con un componente de amortiguación elastomérico, configurado según la invención o que está integrado constructivamente con éste, de modo que el apoyo de rotor es capaz de amortiguar o desacoplar las fuerzas de vibración (fuerzas de tracción, compresión, transversales o de cizallamiento) indeseadas, generadas de forma especialmente eficaz durante el funcionamiento y dirigidas en la dirección x, y y z, en particular eventos de ruido estructural. El cojinete de pedestal según la invención es apropiado no sólo para el uso en turbinas eólicas, sino también en otras máquinas e instalaciones, que presentan perfiles similares de vibraciones y efectos de fuerzas.

15 Por el documento EP-A2-1 197 677 se conoce una disposición de cojinete conocida en turbinas eólicas. Los árboles de accionamiento están expuestos con mucha frecuencia a vibraciones que se originan en distintas partes de la máquina por el efecto de fuerzas de diferente tipo. Por este motivo las partes de máquina correspondientes descansan en cojinetes que reducen o amortiguan las fuerzas y así contrarrestan el desgaste amplificado de los componentes individuales, que están sometidos a cargas específicas. Además, de este modo se consigue un desacoplamiento del ruido estructural al menos parcial, por lo que se puede reducir la transmisión de ruidos molestos a través de partes móviles sobre la construcción portante.

20 Las turbinas eólicas están sujetas según la naturaleza a fuerzas adicionales y especialmente marcadas, que se generan ante todo por el movimiento del rotor como tal, en particular en forma de desequilibrios, como también por vientos parcialmente extremos, que actúan en conjunto desde todas las direcciones sobre las palas de rotor y la instalación.

25 La cadena de accionamiento en las turbinas eólicas se monta con frecuencia mediante un conjunto de cojinete de tres puntos sobre el soporte de máquina. A este respecto, las fuerzas y momentos que se originan en el rotor se transmiten entre otros desde un cojinete de pedestal, que está posicionado directamente detrás de la pala de rotor y recibe el árbol de rotor, sobre el árbol de rotor. El árbol de rotor desemboca habitualmente en una transmisión y/o generador, que presentan igualmente cojinetes especiales, que permiten compensar una parte adicional de estas fuerzas y vibraciones. Estos cojinetes transmiten las vibraciones de la transmisión, del generador y que aparecen en el cojinete de pedestal, en particular también el ruido estructural provocado sobre el soporte de máquina y la torre de la instalación de energía eólica. La torre amplifica este ruido estructural y lo irradia al entorno como un molesto ruido aéreo. En instalaciones que se colocan en el mar (off-shore), el ruido se transmite al agua donde se extiende rápidamente y sin grandes pérdidas y puede repercutir negativamente en el desarrollo de animales marinos.

30 Los cojinetes de pedestal en turbinas eólicas se componen esencialmente de una carcasa de cojinete de pedestal y un cojinete de rodillos según el estado de la técnica. En general debido a las elevadas fuerzas radiales y axiales y el movimiento angular de cardán requerido del cojinete se usan cojinetes de rodillos esféricos como cojinetes de rodillos. Los cojinetes de rodillos oscilantes tienen movimiento de tipo cardán, de modo que se pueden absorber los movimientos de cabeceo y guiñada del árbol de rotor por parte del cojinete. Se ha mostrado que este cojinete de pedestal no sólo transmite el ruido estructural, según lo esperado, sino que debido a las fuerzas ejercidas sobre las turbinas eólicas deja que se originen daños en el propio cojinete.

40 Por consiguiente, existe el objetivo de proporcionar un conjunto de cojinete de pedestal para turbinas eólicas o instalaciones con efectos de fuerzas comparables, que bajo el efecto de fuerzas especiales y que atacan de forma compleja presenten propiedades mejoradas en referencia a la amortiguación de vibraciones, en particular desacoplamiento del ruido estructural y cuidado del material de las piezas de la instalación, en particular del propio cojinete.

45 El objeto de la invención es por consiguiente un cojinete de pedestal (4) con capacidad de amortiguación, que consiste esencialmente en un componente conformado de cojinete de pedestal (4a) y un componente conformado de cojinete de pedestal (4b), que forman conjuntamente la carcasa del cojinete, cada uno con un lado exterior y uno interior y un orificio cilíndrico para la recepción del cojinete de rodillos (2) que guía un árbol (11), presentando cada lado interior una superficie común en contacto con el otro lado interior de la otra parte conformada, así como una superficie inclinada (7a, 7b), de modo que durante el ensamblaje de los dos componentes (4a) y (4b) a través de la superficie común en contacto se origina una cavidad cilíndrica, que presenta una escotadura (6) circunferencial, anular, al menos parcialmente cónica, formada por dichas superficies inclinadas (7a, 7b) de las partes conformadas con un ángulo de cono, abierto hacia dentro y definido según dichas superficies inclinadas (7a, 7b), en el que la escotadura recibe de forma adaptada el componente de amortiguación (5) anular, circunferencial, que comprende una o varias partes y que está conectado con el cojinete de rodillos (2) situado en la cavidad cilíndrica.

55 El objeto es en particular un cojinete de pedestal correspondiente, en el que el componente de amortiguación (5) anular

- 5 consiste esencialmente en: (i) un cojinete de elastómero (1) que comprende una o varias partes y (ii) una parte de soporte (3) anular, cónica, que se compone una o varias partes, estando conectada la parte de soporte al lado dirigido a la cavidad cilíndrica con el cojinete de rodillos (2) o circundando a éste firmemente, y estando montado el cojinete de elastómero (1) en el lado de la parte de soporte (3) opuesto al cojinete de rodillos (2) y estando en contacto con la escotadura cónica de los componentes conformados (4a), (4b).
- En una forma de realización preferida la parte de soporte (3) consiste en dos partes anulares (3a, 3b) iguales, separadas una de otra, que presentan respectivamente una de las superficies inclinadas que forman el ángulo de cono de la escotadura (6). Esta forma de realización es especialmente interesante cuando el cojinete de pedestal debe presentar una pretensión.
- 10 En otra forma de realización preferida, el cojinete de elastómero (1) consiste en dos partes anulares (1a), (1b) elastoméricas, iguales, separadas una de otra, que están en contacto con las correspondientes superficies inclinadas de la escotadura cónica de los componentes conformados (4a), (4b). Pero según la invención también es posible proporcionar sustancialmente en todo el espacio cónico entre los componentes (4a), (4b) y (3) o (3a), (3b) un único cojinete de elastómero (1) anular, circunferencial, de modo que la parte de soporte (3), (3a), (3b), que está en conexión con el cojinete de rodillos (2), está montada más o menos de forma completamente elastomérica. No obstante, dado que el cojinete de elastómero se comprime en caso de sollicitación, debe haber todavía, en cualquier caso, espacio para el volumen de elastómero prensado dentro del espacio cónico (6).
- 15 El objeto de la invención es además un correspondiente cojinete de pedestal, en el que el cojinete de elastómero (1), (1a), (1b) está conectado firmemente con los componentes (3a), (3b), (4a), (4b) que le delimitan.
- 20 El objeto de la invención es además un correspondiente cojinete de pedestal, en el que el cojinete de elastómero (1), (1a), (1b) presenta al menos una capa elastomérica. En formas de realización especiales el cojinete de elastómero (1), (1a), (1b) presenta dos o más capas elastoméricas, que están separadas unas de otras por capas duras.
- 25 El objeto de la invención es preferentemente un cojinete de pedestal correspondiente, en el que el cojinete de rodillos no tiene movimiento de tipo cardán. Esto es posible ya que el cojinete de elastómero (1) posee por sí mismo una movilidad cardánica y por consiguiente se pueden absorber los movimientos de cabeceo y guiñada del árbol de rotor que siempre aparecen, lo que por lo demás sólo son capaces de proporcionar los más costosos cojinetes de rodillos oscilantes usados para esta finalidad en el estado de la técnica, que son más complejos y ante todo, propensos al desgaste. Así en una forma de realización preferida, según la invención el cojinete de rodillos puede ser rígido o no ajustable en ángulo y, por ejemplo, estar presente en forma de un cojinete axial, de un cojinete de cuatro puntos o preferentemente de un cojinete de rodillos cónicos o de rodillos cilíndricos. Un cojinete de este tipo según la invención también es apropiado para absorber todas las fuerzas del rotor transferidas por la instalación de energía eólica (cojinete de momentos).
- 30 El objeto de la invención es además un correspondiente cojinete de pedestal, en el que para el preajuste individual de las propiedades de amortiguación del cojinete de pedestal, los componentes conformados (4a), (4b) y la parte de soporte (3) del componente de amortiguación (5) están tensados por medios tensores.
- 35 El objeto de la invención es en último término el uso de un cojinete de pedestal correspondiente para el desacoplamiento de las fuerzas de vibración, preferentemente vibraciones de sonido, que se ejercen sobre el árbol de rotor de turbinas eólicas.

En la siguiente tabla 1 se explican brevemente las referencias:

(1) (1a) (1b)	(Partes de) cojinete de elastómero
(2)	Cojinete de rodillos (representación simbólica)
(3) (3a) (3b)	Parte(s) de soporte del componente de amortiguación (5)
(4) (4a) (4b)	Cojinete de pedestal completo y componentes conformados del cojinete de pedestal
(5)	Componente de amortiguación, que se compone del componente duro (3) y componente de elastómero (1)
(6)	Espacio de cono o escotadura cónica
(7) (7a) (7b)	Superficies de cono
(8)	Pala de rotor
(9)	Transmisión
(10)	Brida de fijación
(11)	Árbol de rotor
(12)	Soporte de máquina

En la siguiente tabla 2 se explican brevemente las figuras:

5	Fig. 1: Disposición de una turbina eólica según el estado de la técnica (vista de conjunto esquemática), (4) reproduce la posición del cojinete de pedestal.
	Fig. 2: Sección a través del cojinete de pedestal según la invención (representación 3D)
	Fig. 3: Secciones esquemáticas a través del cojinete de pedestal según la invención
	Fig. 4: Representación 3D de todo el cojinete de pedestal cerrado con bridas de fijación según la invención

A continuación, se describe la invención más en detalle:

10 El cojinete de pedestal (4) según la invención comprende dos componentes conformados (4a, 4b), que forman la carcasa del cojinete. Eventualmente puede presentar medios de fijación, como por ejemplo bridas (10), que posibilitan conectar firmemente el cojinete de pedestal con el soporte de máquina (12). Lo último también se puede conseguir sin tales medios, cuando uno de los componentes es conformado como parte integral del propio soporte de máquina.

15 Las dos partes conformadas (4a), (4b) están conformadas correspondientes de modo que pueden formar la carcasa del cojinete, con un orificio cilíndrico, preferentemente con el diámetro del rodamiento de rodillos a utilizar, que presenta una escotadura (espacio cónico) circunferencial, anular, al menos parcialmente cónica, conforme al diámetro del cilindro. A este respecto, el espacio cónico originado se forma por superficies inclinadas de los componentes conformados (4a), (4b) de la carcasa de cojinete de pedestal (4).

20 En este espacio cónico similar a un canal, que está abierto hacia la cavidad cilíndrica, la parte de amortiguación (5) encuentra espacio, y a saber de manera que el cojinete de elastómero (1) como un componente de la parte de amortiguación rellena ampliamente completamente o parcialmente las superficies del espacio cónico anular, debiendo quedar libre al menos espacio para el material elastomérico prensado.

25 La parte de amortiguación (5) se puede componer eventualmente sólo del cojinete de elastómero (1) que se compone de una o varias partes, pero preferentemente presenta adicionalmente una parte de soporte (3) fija, que se compone de una o varias partes, que está conformada de materiales duros inflexibles, preferentemente metal, plástico duro o sustancias que contienen fibras de carbono y por consiguiente es apropiada especialmente para portar o circundar el cojinete de rodillos (2) situado en la cavidad cilíndrica y orientado a lo largo de ésta, con el que está conectado firmemente.

30 La parte de soporte (3) fija preferentemente consiste en dos elementos anulares (3a), (3b) conformados de manera similar, que presentan cada uno en principio una sección transversal en forma de un triángulo rectangular o de una parte de él, de modo que se pueden insertar con ajuste en la escotadura cónica (6), discurriendo el ángulo recto de cada elemento (3a), (3b) en la dirección vertical aproximadamente a lo largo de la línea de vértice del cono de la escotadura circunferencial y en la dirección horizontal aproximadamente a lo largo de la superficie interior de la cavidad cilíndrica del cojinete de pedestal.

35 Las dos partes de soporte (3a, 3b) se sitúan por consiguiente a lo largo de la línea de vértice del cono directamente enfrentadas entre sí sin estar conectadas firmemente. De este modo son capaces de ajustarse o posicionarse diferentemente respecto a tensiones o fuerzas diferentes. Esto tiene particular importancia cuando el cojinete de pedestal

presenta en su forma de realización preferida medios de fijación, preferentemente tornillos tensores, que posibilitan un tensado de las partes de carcasa (4a, 4b) con el elemento de amortiguación (5) o preferentemente los elementos de soporte (3a, 3b).

5 El cojinete de elastómero (1) puede ser una única pieza, que se inserta en las superficies de cono de la escotadura (6) y se conecta firmemente con éstas preferentemente mediante pegado o vulcanizado. Pero preferentemente se compone de dos capas (1a), (1b) elastoméricas, circunferenciales, que están fijadas por separado en las superficies inclinadas (7a, 7b) correspondientes según se describe. Para ahorrar material, las capas de elastómero circunferenciales también pueden estar interrumpidas.

10 Los cojinetes de elastómero (1, 1a, 1b) usados según la invención son en sí conocidos y consisten esencialmente en una o varias capas de elastómero que, en el caso de varias capas, están separadas unas de otras por capas intermedias inelásticas, no elastoméricas, sólidas o duras. Los materiales elastoméricos usados según la invención están hechos esencialmente de un caucho natural, un derivado de caucho natural o de un plástico polimérico elástico apropiado o mezcla de plásticos. La capa de elastómero puede presentar según la invención diferentes durezas ("dureza Shore") y diferentes propiedades de amortiguación, conforme a los requerimientos deseados. Preferentemente se usan elastómeros con una dureza de 20 a 100 Shore A, en particular 30 a 80 Shore A. La fabricación de elastómeros de este tipo de diferente dureza se conoce en el estado de la técnica y se describe suficientemente en la bibliografía especializada. Preferentemente se usan cauchos naturales disponibles comercialmente.

15 Las capas intermedias no elastoméricas según la invención están fabricadas a partir de materiales sustancialmente inelásticos con pequeña compresibilidad. Preferentemente son chapas de metal, pero también se pueden usar otros materiales, como plásticos duros, materiales compuestos o materiales que contienen fibras de carbono. Las chapas intermedias y los materiales elastoméricos se conectan entre sí en general por vulcanización.

20 Según la invención los cojinetes de elastómero (1, 1a, 1b) se componen de una a ocho, preferentemente una a tres capas elastoméricas y se usan en una realización plana. Pero según la invención también es posible usar cojinetes de elastómero curvados de forma cóncava o convexa, que tienen la ventaja de que son menos propensos al desgaste. En estos casos también se requiere configurar correspondientemente las superficies de cono, en contacto, de los componentes (3a, 3b) y (4a, 4b).

25 La amortiguación o desacoplamiento de vibraciones se realiza según la invención porque las fuerzas de vibración que aparecen en el cojinete de rodillos (2), condicionados por el árbol giratorio se transfieren directamente o preferentemente a través de la parte de soporte (3) fija sobre el cojinete de elastómero (1) verdadero y por consiguiente se amortiguan. Mediante las características constructivas mencionadas se pueden obtener así excelentes resultados en particular en el desacoplamiento del sonido en las turbinas eólicas.

30 El cojinete según la invención presenta en resumen las siguientes ventajas:

- buena reducción del ruido (desacoplamiento del sonido)
- amortiguación general de otras vibraciones que aparecen en el sistema
- 35 - Se puede obtener capacidad de ajuste del ángulo debido a la capacidad de ajuste de la unidad de amortiguación (5) del cojinete de elastómero y no por el cojinete de rodillos mismo
- posibilidad de integrar la carcasa del cojinete en el soporte de máquina.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Cojinete de pedestal (4) con capacidad de amortiguación de un árbol de rotor de una turbina eólica, que comprende un componente de amortiguación y un cojinete de rodillos, **caracterizado porque** presenta un componente conformado de cojinete de pedestal (4a) y un componente conformado de cojinete de pedestal (4b), que forman conjuntamente la carcasa del cojinete, cada uno con un lado exterior y uno interior y un orificio cilíndrico para la recepción del cojinete de rodillos (2) que guía un árbol (11), presentando cada lado interior una superficie común en contacto con el otro lado interior de la otra parte conformada, así como una superficie inclinada (7a, 7b), de modo que durante el ensamblaje de los dos componentes (4a) y (4b) a través de la superficie común en contacto se origina una cavidad cilíndrica, que presenta una escotadura (6) circunferencial, anular, al menos parcialmente cónica, formada por dichas superficies inclinadas (7a, 7b) de las partes conformadas con un ángulo de cono, abierto hacia dentro y definido según dichas superficies inclinadas (7a, 7b), en el que la escotadura recibe de forma adaptada el componente de amortiguación (5) anular, circunferencial, , que comprende una o varias partes y que está conectado con el cojinete de rodillos (2) situado en la cavidad cilíndrica, comprendiendo el componente de amortiguación (5) anular esencialmente (i) un cojinete de elastómero (1) que comprende una o varias partes y (ii) una parte de soporte (3) anular, cónica, que se compone de dos partes anulares (3a, 3b) iguales, separadas una de otra, cada una de las cuales presenta una superficie inclinada, que está opuesta a las superficies inclinadas (7a, 7b) de la entalladura (6), estando conectada la parte de soporte en el lado dirigido hacia la cavidad cilíndrica con el cojinete de rodillos (2) o circundando a éste firmemente, y estando montado el cojinete de elastómero (1) en el lado de la parte de soporte (3) opuesto al cojinete de rodillos (2) y estando en contacto con la escotadura cónica de los componentes conformados (4a), (4b).
- 10 2. Cojinete de pedestal según la reivindicación 1, **caracterizado porque** las partes anulares (3a) (3b) se sitúan de forma enfrentada a lo largo de la línea de vértice del cono.
- 15 3. Cojinete de pedestal según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** el cojinete de elastómero (1), consiste en dos partes anulares (1a), (1b) elastoméricas, iguales, separadas una de otra y que están en contacto con las superficies inclinadas correspondientes de la escotadura cónica de los componentes conformados (4a), (4b).
- 20 4. Cojinete de pedestal según una de las reivindicaciones 1 – 3, **caracterizado porque** el cojinete de elastómero (1), (1a), (1b) está conectado firmemente a los componentes (3a), (3b), (4a), (4b) que lo delimitan.
- 25 5. Cojinete de pedestal según una de las reivindicaciones 1 – 4, **caracterizado porque** el cojinete de elastómero (1), (1a), (1b) presenta al menos una capa elastomérica.
- 30 6. Cojinete de pedestal según la reivindicación 5, **caracterizado porque** el cojinete de elastómero (1), (1a), (1b) presenta dos o más capas elastoméricas, que están separadas unas de otras por capas duras.
- 35 7. Cojinete de pedestal según una de las reivindicaciones 1 – 6, **caracterizado porque** el cojinete de elastómero (1), (1a), (1b) es plano o está curvado de forma cóncava o convexa y las superficies de cono, en contacto, de los componentes (3a, 3b) y (4a, 4b) están configuradas de forma correspondiente.
- 40 8. Cojinete de pedestal según una de las reivindicaciones 1 – 7, **caracterizado porque** el cojinete de rodillos (2) es un cojinete axial, un cojinete de cuatro puntos, un cojinete de rodillos cónicos o un cojinete de rodillos cilíndricos o **porque** el cojinete de rodillos no se puede ajustar en ángulo.
9. Cojinete de pedestal según una de las reivindicaciones 1 – 8, **caracterizado porque** para el preajuste individual de las propiedades de amortiguación del cojinete de pedestal, los componentes conformados (4a), (4b) y la parte de soporte (3) del componente de amortiguación (5) están tensados unos contra otros mediante medios tensores.
10. Uso de un cojinete de pedestal según una o varias de las reivindicaciones 1 – 9 para el desacoplamiento de fuerzas de vibración, inclusive ruido, que se ejercen sobre el árbol de rotor de las turbinas eólicas.

Fig. 1

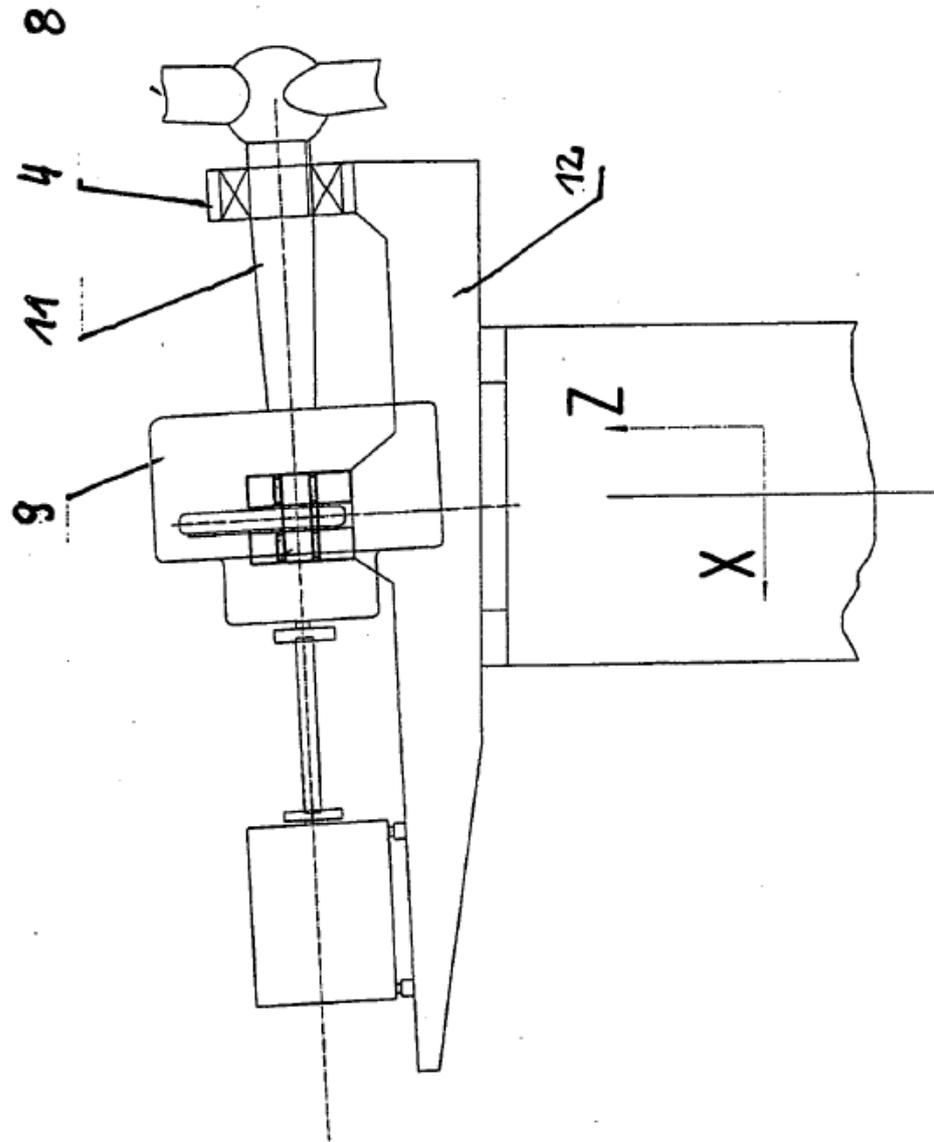


Fig. 2

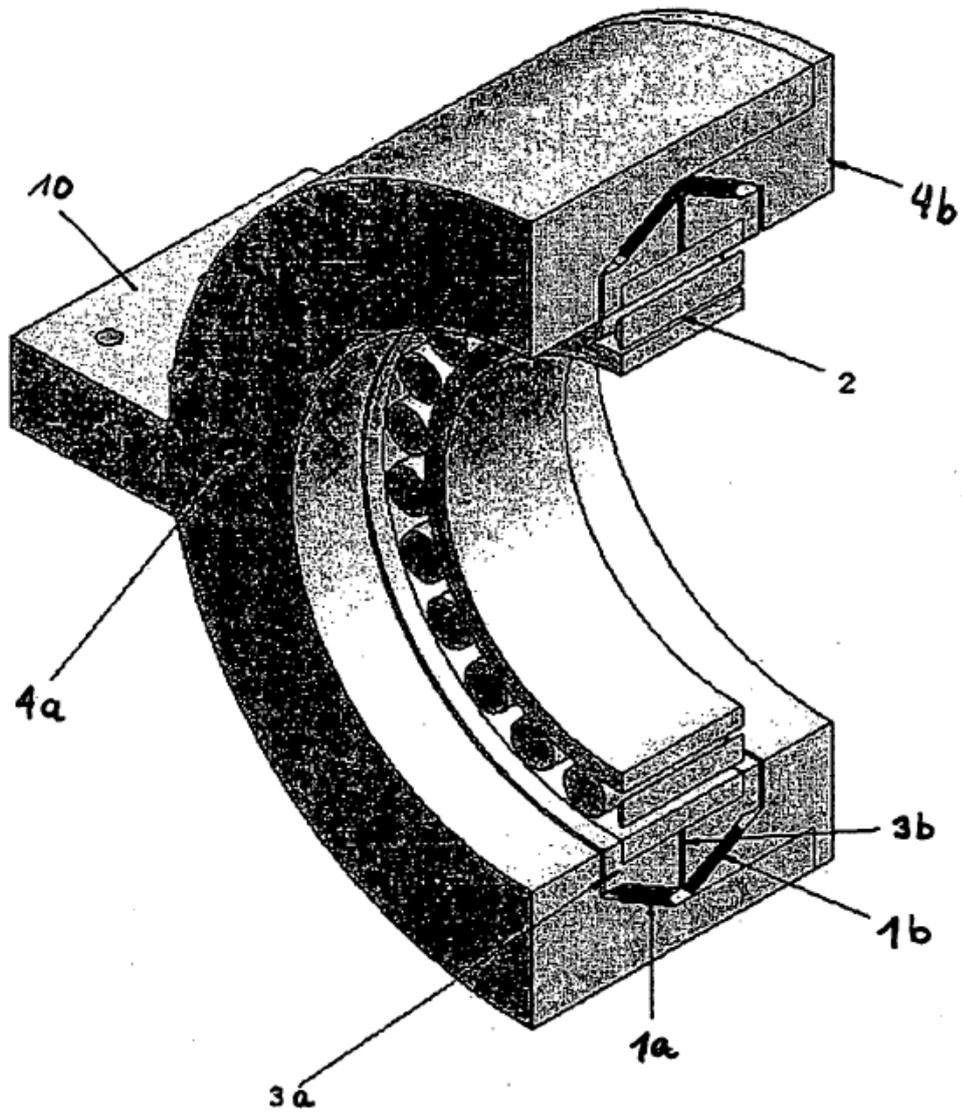


Fig. 3

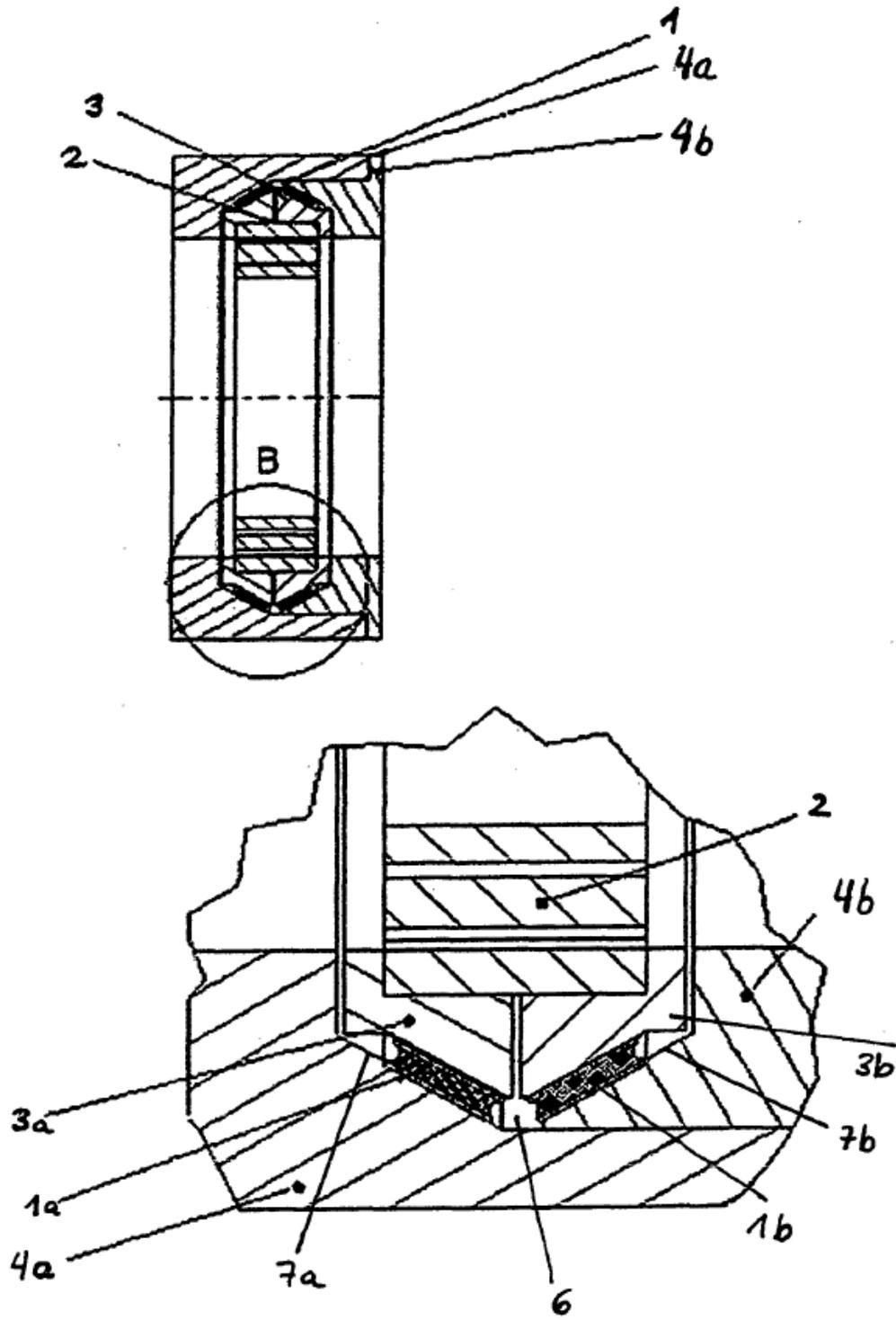
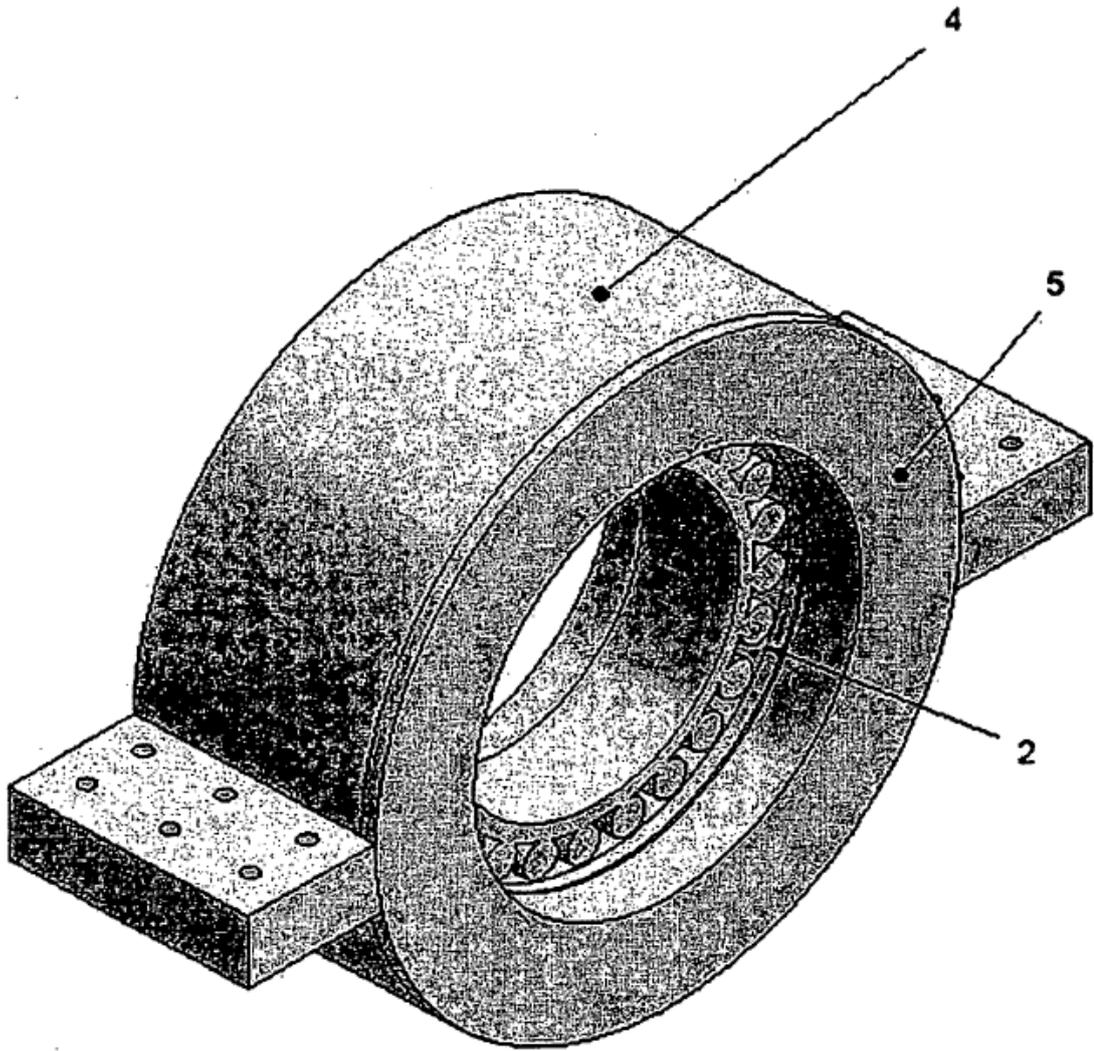


Fig. 4



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 La lista de referencias citadas por el solicitante es, únicamente, para conveniencia del lector. No forma parte del documento de patente europea. Si bien se ha tenido gran cuidado al compilar las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP declina toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patente citados en la descripción

- EP 1197677 A2 [0001]