

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 350**

51 Int. Cl.:  
**F16C 19/26** (2006.01)  
**F16C 27/04** (2006.01)  
**F16C 33/34** (2006.01)  
**F16C 35/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08734320 .8**  
96 Fecha de presentación: **26.02.2008**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2137419**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.12.2009**

54 Título: **RODAMIENTO RADIAL, ESPECIALMENTE COJINETE DE RODILLOS CILÍNDRICOS PARA SOPORTAR ÁRBOLES EN ENGRANAJES DE FUERZA EÓLICA.**

30 Prioridad:  
**03.03.2007 DE 102007010348**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**02.02.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**02.02.2012**

73 Titular/es:  
**SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH & CO. KG  
INDUSTRIESTRASSE 1-3  
91074 HERZOGENAURACH, DE**

72 Inventor/es:  
**ENDRES, Bernd;  
HOFFINGER, Christian;  
MÜLLER, Tobias y  
SMOLENSKI, Witold, Marek**

74 Agente: **Lehmann Novo, Isabel**

ES 2 373 350 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

Rodamiento radial, especialmente cojinete de rodillos cilíndricos para soportar árboles en engranajes de fuerza eólica.

**Campo de la invención**

- 5 La invención concierne a un rodamiento radial según las características del preámbulo de la reivindicación 1 y se puede materializar de manera especialmente ventajosa en cojinetes que funcionan al menos temporalmente bajo una carga muy pequeña, tal como, por ejemplo, en cojinetes de rodillos cilíndricos para soportar árboles en engranajes de fuerza eólica.

**Antecedentes de la invención**

- 10 Es conocido en general para el experto en la técnica de rodamientos que los rodamientos radiales presentan, bajo carga suficiente, un estado de funcionamiento cinemático óptimo, en el que los cuerpos rodantes ruedan sin deslizarse sobre las pistas de rodadura del aro de cojinete interior y del aro de cojinete exterior. Además, se conoce por rodamientos radiales sometidos al menos temporalmente a una baja carga que el juego de cuerpos rodantes constituido por los cuerpos rodantes y su jaula de cojinete no gira con el número de revoluciones cinemático debido al rozamiento en el cojinete o debido a la alta fuerza másica del juego de cuerpos rodantes y a la fuerza de contacto temporalmente reducida entre los cuerpos rodantes y las pistas de rodadura. En consecuencia, el número de revoluciones del juego de cuerpos rodantes disminuye con respecto al juego de revoluciones cinemático, con lo que los cuerpos rodantes se encuentran en un estado cinemáticamente no óptimo por efecto del cual se presenta resbalamiento entre estos cuerpos rodantes y al menos una pista de rodadura. En las superficies de contacto entre los cuerpos rodantes y la pista de rodadura se puede establecer aquí una película de lubricación, pero ésta es destruida en caso de una variación repentina del número de revoluciones o de la carga, con lo que, dentro de un espacio de tiempo muy corto, ya no existe una película de lubricación suficiente entre los sitios de contacto afectados de resbalamiento. Esto tiene la consecuencia de que se produce un contacto metálico de la pista de rodadura con los cuerpos rodantes y estos se deslizan sobre la pista de rodadura hasta que los cuerpos rodantes son acelerados al número de revoluciones cinemático. Esta velocidad diferencia grande entre la pista de rodadura y los cuerpos rodantes, así como la falta de una película de lubricación separadora son la causa de que en las superficies de la pista de rodadura y de los cuerpos rodantes se produzcan altas tensiones tangenciales que van ligadas a muy fuertes fenómenos de desgaste, tales como asperizaciones de las pistas de rodadura, roturas del material y embadurnamientos, casi siempre en combinación con micropicaduras, y que conducen a un fallo prematuro del rodamiento radial.

- Por este motivo, se ha propuesto por el documento FR 2 479 369 un rodamiento radial de carácter genérico que está constituido sustancialmente por un aro de cojinete exterior con una pista de rodadura interior y por un aro de cojinete interior dispuesto coaxialmente a éste y dotado de una pista de rodadura exterior, así como por un gran número de rodillos cilíndricos que ruedan entre los aros de cojinete sobre sus pistas de rodadura y que se mantienen a distancias uniformes uno de otro en dirección periférica por medio de una jaula de cojinete, en cuyo rodamiento, para evitar el efecto de resbalamiento descrito entre los rodillos cilíndricos y los aros de cojinete y las desventajas resultantes de éste, varios rodillos cilíndricos distribuidos uniformemente por el perímetro están sustituidos por rodillos huecos. Estos rodillos huecos, que, además, son algo más cortos axialmente que los rodillos cilíndricos, presentan un diámetro insignificamente mayor y un módulo de elasticidad más pequeño que los de los rodillos cilíndricos, de modo que estos, en el estado exento de carga del rodamiento radial, presentan un contacto permanente con los aros de cojinete y, por tanto, garantizan así un accionamiento continuo de la jaula del cojinete y, por tanto, de los rodillos cilíndricos con un número de revoluciones cinemático.

- Sin embargo, se ha visto que en rodamientos radiales construidos de esta manera es desventajoso el hecho de que los rodillos huecos realizados con un diámetro insignificamente mayor que el de los rodillos cilíndricos son la causa de que el montaje y desmontaje de tal cojinete resulte considerablemente dificultado o sólo sea posible con un coste adicional. Esto tiene su fundamento en el hecho de que el aro cogiratorio del cojinete, casi siempre el aro interior, tiene que presentar un diámetro exterior correspondiente a la distancia entre dos respectivos rodillos cilíndricos opuestos para que, por un lado, se garantice la absorción de la carga del cojinete exclusivamente por los rodillos cilíndricos y, por otro lado, los rodillos huecos de diámetro algo mayor reciban el pretensado necesario para el accionamiento continuo de la jaula del cojinete. Por tanto, dado que el radio exterior del aro de cojinete interior es insignificamente mayor que la distancia entre el eje longitudinal del cojinete y el diámetro exterior de los rodillos huecos, es posible un montaje deseado por el fabricante del aro de cojinete interior solamente con ayuda de un tratamiento térmico adicional, en el que se calienta el aro de cojinete exterior junto con el juego de cuerpos rodantes hasta que la dilatación térmica que entonces se produce en el aro de cojinete exterior sea suficiente para insertar axialmente el aro de cojinete interior en el cojinete. Para evitar este coste incrementado en el fabricante sería ciertamente posible suministrar el aro de cojinete exterior con el juego de cuerpos rodantes y el aro de cojinete interior del rodamiento radial como juego de montaje separado, pero esto tendría la consecuencia de que resulta más costosa la instalación del cojinete radial, por ejemplo para soportar árboles en engranajes de fuerza eólica, ya que primero se asienta sobre el árbol el aro de cojinete interior suelto con un ajuste a presión y el aro de cojinete

5 exterior con el juego de cuerpos rodantes es insertado en un taladro de la carcasa con un ajuste a presión. Seguidamente, se tiene que calentar la carcasa junto con el aro de cojinete exterior y el juego de cuerpos rodantes hasta que el árbol con el aro de cojinete interior pueda introducirse axialmente en el cojinete, produciéndose con el enfriamiento de la carcasa y el aro de cojinete exterior en los rodillos huecos el pretensado necesario para el accionamiento continuo de la jaula del cojinete. Sin embargo, este modo de proceder ha demostrado ser demasiado complicado y costoso en la práctica y, por tanto, no satisface los requisitos caracterizados por facilidad de manejo y modo de construcción compacta, impuestos a los modernos rodamientos radiales exentos de resbalamiento.

**Problema de la invención**

10 Por tanto, partiendo de las desventajas expuestas del estado conocido de la técnica, la invención se basa en el problema de concebir un rodamiento radial, especialmente un cojinete de rodillos cilíndricos para soportar árboles en engranajes de fuerza eólica, el cual esté formado con varios rodillos huecos para evitar resbalamiento entre los rodillos cilíndricos y los aros de cojinete y se caracterice por su facilidad de manejo, especialmente durante su montaje, y por su modo de construcción compacta.

**Descripción de la invención**

15 Según la invención, este problema se resuelve en un rodamiento radial según el preámbulo de la reivindicación 1 de tal manera que las dimensiones de los aros de cojinete, los rodillos cilíndricos y los rodillos huecos están diseñadas de tal modo que, en el estado no instalado del rodamiento radial montado tanto los rodillos cilíndricos como los rodillos huecos realizados con un mayor diámetro exterior que los rodillos cilíndricos presenten primero un huelgo de cojinete radial definido y únicamente con la instalación del rodamiento radial pueda ajustarse en los rodillos huecos el pretensado necesario para el accionamiento continuo de la jaula del cojinete, junto con una simultánea minimización del huelgo del cojinete radial en los rodillos cilíndricos.

20 Por tanto, la invención se basa en el conocimiento de que mediante la formación de todas las partes del rodamiento radial con dimensiones tales que incluso los rodillos huecos formados con diámetro mayor que el de los rodillos cilíndricos presenten un huelgo de cojinete radial definido, es posible de manera sencilla, por un lado, suministrar no ya separados, sino premontados, el aro de cojinete exterior con juego de cuerpos rodantes y el aro de cojinete interior del rodamiento radial y, por otro lado, poder instalar el rodamiento radial como unidad de montaje completa en el lugar de utilización y ajustar entonces el huelgo definitivo del cojinete radial en todas las partes.

En las reivindicaciones subordinadas se describen ejecuciones y perfeccionamientos preferidos del rodamiento radial construido según la invención.

30 Por consiguiente, según la reivindicación 2, se ha previsto en el rodamiento radial construido conforme a la invención que el diámetro exterior de los rodillos huecos presente con respecto al diámetro exterior de los rodillos cilíndricos una sobremedida que sea más pequeña que la mitad del huelgo de cojinete radial de los rodillos cilíndricos en el estado no instalado del rodamiento radial. Por tanto, si, por ejemplo, el diámetro exterior de los rodillos huecos se configura con una sobremedida de aproximadamente 60 µm con respecto al diámetro exterior de los rodillos cilíndricos, se puede dimensionar con aproximadamente 130 µm el huelgo total del cojinete radial para que en los rodillos huecos quede un huelgo de cojinete radial de aproximadamente 10 µm con respecto al diámetro exterior del aro de cojinete interior. Se garantiza así que, al igual que en un rodamiento radial convencional sin rodillos huecos, el aro de cojinete suelto, generalmente el interior, pueda insertarse axialmente en el cojinete sin medidas adicionales de ninguna clase, como calentamiento del aro de cojinete fijo, generalmente el exterior, o bien enfriamiento del aro de cojinete interior, y pueda suministrarse como unidad de construcción premontada.

35 Finalmente, según la reivindicación 3, otra característica más del rodamiento radial construido según la invención consiste en que el ajuste del pretensado necesario de los rodillos huecos y del huelgo de cojinete radial minimizado de los rodillos cilíndricos se efectúe preferiblemente mediante un ensanchamiento o estrechamiento condicionado por el ajuste de al menos uno de los dos aros de cojinete. Por esto ha de entenderse que el rodamiento radial construido sin pretensado según la invención ofrece ahora varias posibilidades ventajosas para su montaje en un soporte de árbol, tal como, por ejemplo, en un engranaje de instalaciones de fuerza eólica, que se basan en respectivos ajustes correspondientes dentro de los taladros de la carcasa del soporte de árbol o del aro de cojinete interior.

40 Una primera posibilidad de montaje preferida consiste aquí, por ejemplo, en construir dividida la carcasa del soporte de árbol, análogamente a lo que ocurre con el soporte del cigüeñal de un motor de combustión interna, y montar primero completamente el rodamiento radial sobre el árbol correspondiente mediante un ajuste a presión entre el aro de cojinete interior y dicho árbol, de modo que se produzca entonces ya la mayor parte del pretensado necesario para el accionamiento continuo de la jaula del cojinete. El cojinete montado de esta clase se coloca después, juntamente con el árbol, en una primera mitad de la carcasa del soporte de árbol, de modo que, a continuación, se puede colocar la segunda mitad de la carcasa sobre la primera mitad de la carcasa abrazando al cojinete y se la puede afianzar con ésta. El taladro de la carcasa que recibe el cojinete está dimensionado aquí de tal manera que, al afianzar las dos mitades de la carcasa, se contrae el aro de cojinete interior de tal modo que se ajusta en los

rodillos huecos del cojinete el resto del pretensado necesario para el accionamiento continuo de la jaula del cojinete, junto con una simultánea minimización del huelgo del cojinete radial en los rodillos cilíndricos.

5 Por el contrario, en una segunda posibilidad de montaje también muy ventajosa se ha previsto una carcasa monopieza para el soporte de árbol, pero cuyo taladro de alojamiento para el rodamiento radial es también de  
 10 dimensión insignificamente más pequeña que el diámetro exterior del aro de cojinete exterior. El rodamiento radial se monta también aquí primero completamente sobre el árbol correspondiente mediante un ajuste a presión entre el aro de cojinete interior y este árbol y a continuación se le inserta, juntamente con el árbol, en la carcasa. Sin embargo, dado que el taladro de alojamiento de la carcasa es más pequeño que el diámetro exterior del aro de  
 15 cojinete exterior, se calienta localmente la carcasa por breve tiempo en el taladro de alojamiento hasta que sea posible, debido al ensanchamiento térmicamente condicionado del taladro, una inserción del árbol con el rodamiento radial en el taladro, o bien se enfría el árbol con el cojinete hasta que también sea posible una inserción del árbol con el rodamiento radial en el taladro. Mediante el enfriamiento subsiguiente del taladro de la carcasa o el calentamiento del árbol con el cojinete se contrae entonces nuevamente el aro de cojinete exterior o se ensancha el aro de cojinete interior de tal manera que en los rodillos huecos del cojinete se ajuste el pretensado necesario para  
 el accionamiento continuo de la jaula del cojinete, junto con una simultánea minimización del huelgo del cojinete radial en los rodillos cilíndricos.

20 Finalmente, una tercera posibilidad de montaje alternativa frente a las posibilidades de montaje citadas consiste todavía en montar primero completamente el rodamiento radial en una carcasa también monopieza por medio de un ajuste a presión entre el aro de cojinete exterior y el taladro de esta carcasa y enfriar exclusivamente el árbol a insertar hasta que éste puede introducirse axialmente en el aro de cojinete interior. El calentamiento subsiguiente del árbol es entonces la causa de que se ensanche el aro de cojinete interior hasta que en los rodillos huecos del cojinete se ajuste nuevamente el pretensado necesario para el accionamiento continuo de la jaula del cojinete, junto con una simultánea minimización del huelgo del cojinete radial en los rodillos cilíndricos.

25 Por tanto, se tiene que, resumiendo, el rodamiento radial construido según la invención presenta frente a los rodamientos radiales conocidos por el estado de la técnica, con varios rodillos huecos dispuestos entre los rodillos cilíndricos y los aros de cojinete, la ventaja de que dicho rodamiento puede ser premontado por el fabricante mediante la formación de sus piezas individuales con unas dimensiones tales que, en el propio estado no instalado, los rodillos huecos construidos con mayor diámetro que el de los rodillos cilíndricos presenten un huelgo de cojinete radial definido y dicho rodamiento se caracterice así por un modo de construcción compacta y por una manejabilidad  
 30 facilitada, especialmente durante su montaje y desmontaje en un soporte de árbol, tal como, por ejemplo, en un engranaje de instalaciones de fuerza eólica.

### Breve descripción de los dibujos

A continuación, haciendo referencia a los dibujos adjuntos se explica con detalle una forma de realización preferida del rodamiento radial construido según la invención. Muestran en estos dibujos:

35 La figura 1, un alzado lateral de un rodamiento radial construido según la invención;

La figura 2, la sección transversal A-A a través del rodamiento radial según la figura 1 construido con arreglo a la invención;

La figura 3a, un fragmento ampliado del alzado lateral de un rodamiento radial no instalado conforme a la invención; y

40 La figura 3b, un fragmento ampliado del alzado lateral de un rodamiento radial instalado según la invención.

### Descripción detallada de los dibujos

Se desprende claramente de las representaciones de las figuras 1 y 2 un rodamiento radial 1 adecuado para soportar árboles en engranajes de fuerza eólica, que consiste de manera conocida en un aro de cojinete exterior 2 con una pista de rodadura interior 3 y un aro de cojinete interior 4 dispuesto coaxialmente a éste y dotado de una  
 45 pista de rodadura exterior 5, así como en un gran número de rodillos cilíndricos 6 que ruedan entre los aros de cojinete 2, 4 y sus pistas de rodadura 3, 5 y que se mantienen a distancias uniformes entre ellos en dirección periférica por medio de una jaula de cojinete 7. Asimismo, se puede apreciar claramente en los dibujos que en el rodamiento radial 1 representado se tiene que, para evitar resbalamiento entre los rodillos cilíndricos 6 y los aros de cojinete 2, 4, tres cuerpos rodantes distribuidos uniformemente por el perímetro se han sustituido por rodillos huecos  
 50 8 que presentan un diámetro insignificamente mayor  $D_H$  y un módulo de elasticidad más pequeño que los de los rodillos cilíndricos 6. Los rodillos huecos 8 presentan así en el estado exento de carga del rodamiento radial 1 un contacto constante con los aros de cojinete 2, 4 y garantizan con ello un accionamiento continuo de la jaula 7 del cojinete y, por tanto, de los rodillos cilíndricos 6 con un número de revoluciones cinemático.

Además, se puede deducir de las figuras 3a y 3b que, para facilitar el montaje de un rodamiento radial 1 construido

de esta manera, las dimensiones de los aros de cojinete 2, 4, los rodillos cilíndricos 6 y los rodillos huecos 8 se han diseñado según la invención de tal modo que en el estado no instalado del rodamiento radial montado 1, correspondiente a la representación según la figura 3a, tanto los rodillos cilíndricos 6 como los rodillos huecos 8 construidos con un diámetro exterior  $D_H$  mayor que el de los rodillos cilíndricos 6 presenten de momento un huelgo de cojinete radial definido  $RL_Z$ ,  $RL_H$  y únicamente en el estado instalado del rodamiento radial 1, correspondiente a la representación según la figura 3b, estén formados con el pretensado en los rodillos huecos 8 necesario para el accionamiento continuo de la jaula 7 del cojinete, junto con un simultáneo huelgo de cojinete radial minimizado  $RL_Z$  en los rodillos cilíndricos 6. Como puede apreciarse de la manera insinuada en la figura 3a, el diámetro exterior  $D_H$  de los rodillos huecos 8 presenta aquí con respecto al diámetro exterior  $D_Z$  de los rodillos cilíndricos 6 una sobremedida que es más pequeña que la mitad del huelgo de cojinete radial  $RL_Z$  de los rodillos cilíndricos 6 en el estado no instalado del rodamiento radial 1, de modo que, al igual que en rodamientos radiales convencionales, el aro de cojinete interior suelto 4 puede insertarse axialmente en el rodamiento radial 1 sin medidas adicionales de ninguna clase. El ajuste del pretensado necesario de los rodillos huecos 8 y del huelgo de cojinete radial minimizado  $RL_Z$  de los rodillos cilíndricos 6, tal como éste se reproduce en la figura 3b, se efectúa entonces mediante un ensanchamiento o estrechamiento condicionado por el ajuste de al menos uno de los dos aros de cojinete 2, 4.

**Lista de símbolos de referencia**

- 1 Rodamiento radial
- 2 Aro de cojinete exterior
- 3 Pista de rodadura interior
- 20 4 Aro de cojinete interior
- 5 Pista de rodadura exterior
- 6 Rodillos cilíndricos
- 7 Jaula de cojinete
- 8 Rodillos huecos
- 25  $D_Z$  Diámetro exterior de 6
- $D_H$  Diámetro exterior de 8
- $RL_Z$  Huelgo de cojinete radial de 6
- $RL_H$  Huelgo de cojinete radial de 8

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Rodamiento radial, especialmente cojinete de rodillos cilíndricos para soportar árboles en engranajes de fuerza eólica, el cual está constituido sustancialmente por un aro de cojinete exterior (2) con una pista de rodadura interior (3) y un aro de cojinete interior (4) coaxial a éste y dotado de una pista de rodadura exterior (5), así como por un gran número de rodillos cilíndricos (6) que ruedan entre los aros de cojinete (2, 4) sobre sus pistas de rodadura (3, 5) y que se mantienen a distancias uniformes entre ellos en dirección periférica por medio de una jaula de cojinete (7), en donde, para evitar resbalamiento entre los rodillos cilíndricos (6) y los aros de cojinete (2, 4), varios rodillos cilíndricos (6) distribuidos uniformemente por el perímetro están sustituidos por rodillos huecos (8) que presentan un diámetro exterior insignificamente mayor y un módulo de elasticidad menor que los de los rodillos cilíndricos (6) para garantizar, en el estado exento de carga del rodamiento radial (1), un contacto constante con los aros de rodadura (2, 4) y así un accionamiento continuo de la jaula de cojinete (7) y, por tanto, de los rodillos cilíndricos (6) con un número de revoluciones cinemático, **caracterizado** porque las dimensiones de los aros de cojinete (2, 4), los rodillos cilíndricos (6) y los rodillos huecos (8) están diseñadas de tal manera que, en el estado no instalado del rodamiento radial montado (1), tanto los rodillos cilíndricos (6) como los rodillos huecos (8) construidos con un diámetro exterior mayor que el de los rodillos cilíndricos (6) presentan de momento un huelgo de cojinete radial definido ( $RL_z$ ,  $RL_H$ ) y únicamente con la instalación del rodamiento radial (1) se puede ajustar en los rodillos huecos (8) el pretensado necesario para el accionamiento continuo de la jaula de cojinete (7), junto con una simultánea minimización del huelgo de cojinete radial ( $RL_z$ ) en los rodillos cilíndricos (6).
- 10
- 15
- 20 2. Rodamiento radial según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el diámetro exterior ( $D_H$ ) de los rodillos huecos (8) presenta con respecto al diámetro exterior ( $D_z$ ) de los rodillos cilíndricos (6) una sobremedida que es más pequeña que la mitad del huelgo de cojinete radial ( $RL_z$ ) de los rodillos cilíndricos (6) en el estado no instalado del rodamiento radial (1).
- 25 3. Rodamiento radial según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el ajuste del pretensado necesario de los rodillos huecos (8) y del huelgo de cojinete radial minimizado ( $RL_z$ ) de los rodillos cilíndricos (6) se efectúa preferiblemente por medio de un ensanchamiento o estrechamiento de al menos uno de los dos aros de cojinete (2, 4) condicionado por el ajuste de éste.

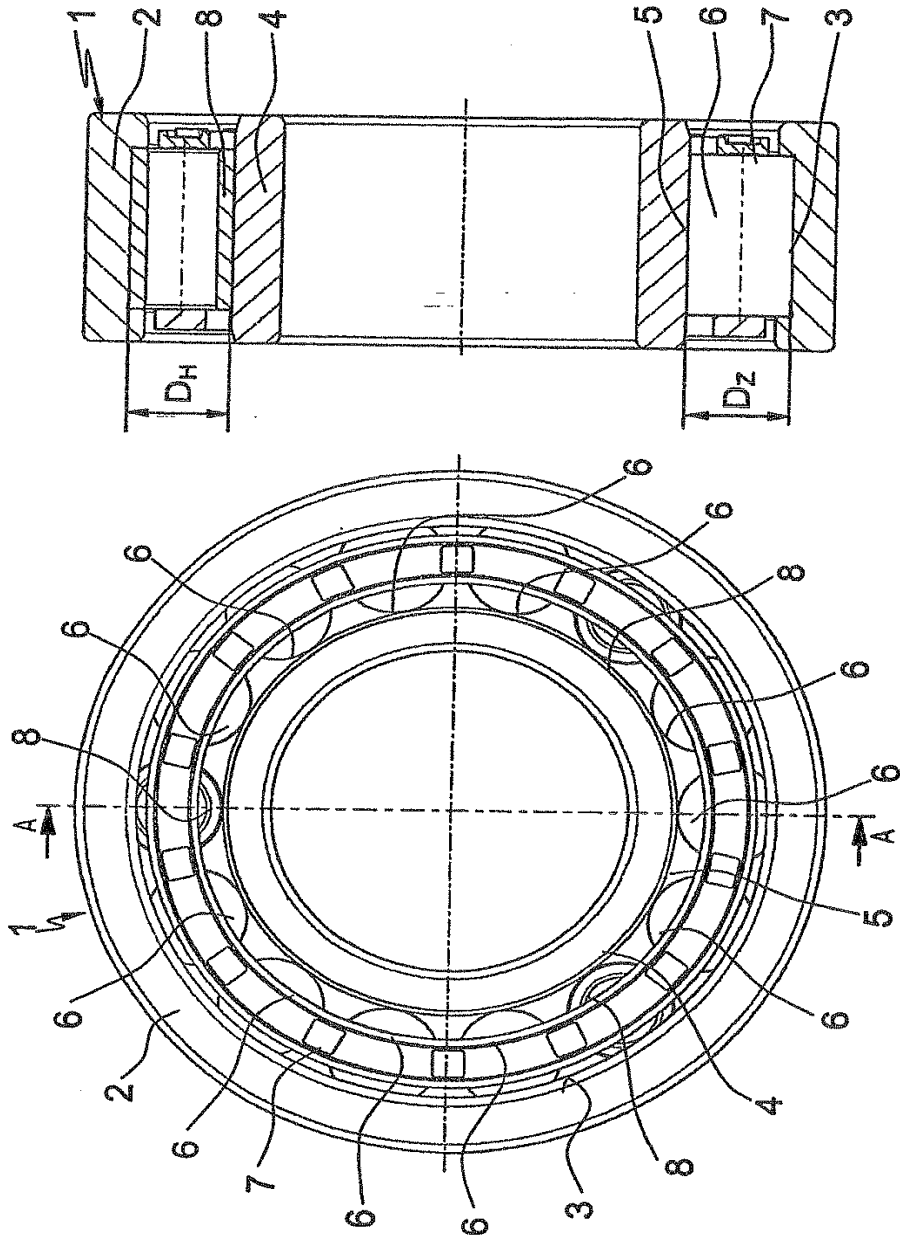


Fig. 2

Fig. 1

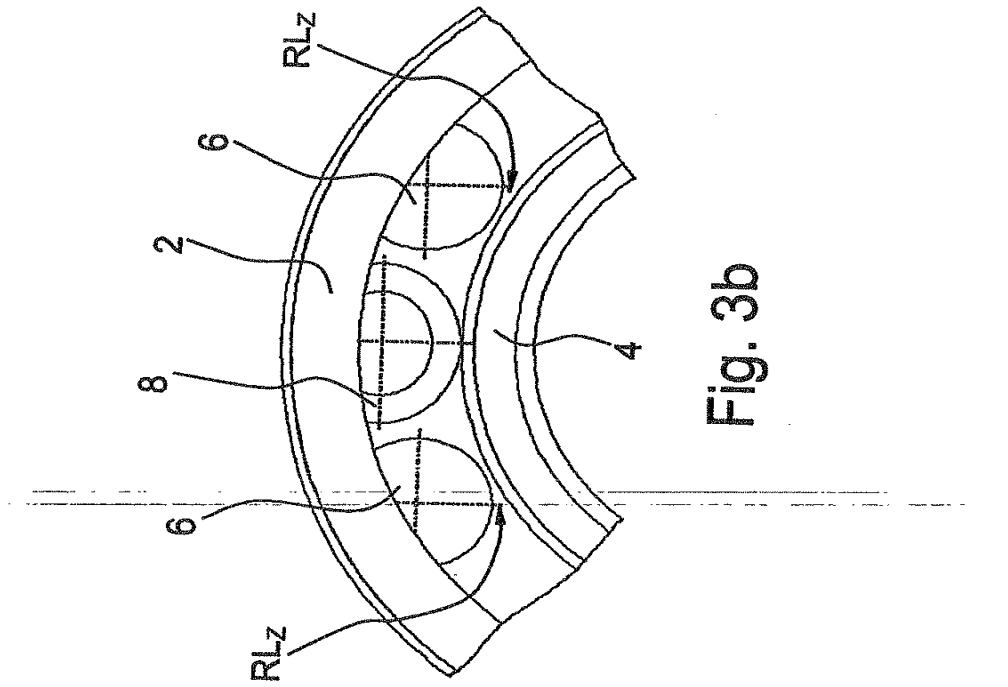


Fig. 3b

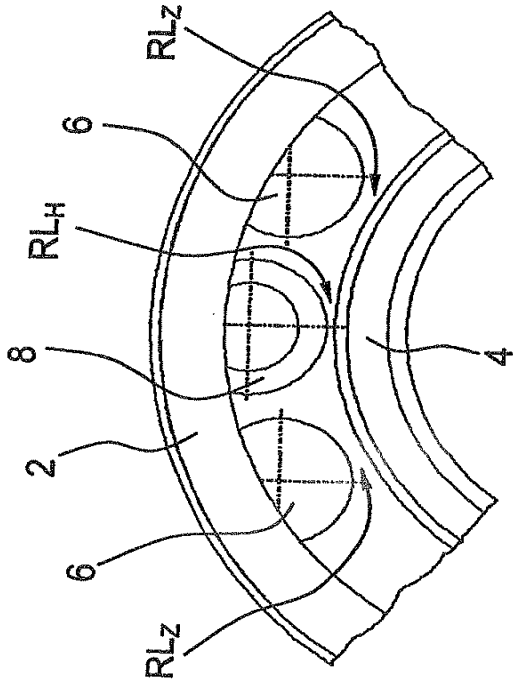


Fig. 3a