

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 588 358**

51 Int. Cl.:

**F16C 19/16** (2006.01)  
**F16C 19/18** (2006.01)  
**F16C 19/38** (2006.01)  
**F16C 19/49** (2006.01)  
**F16C 19/54** (2006.01)  
**F16C 33/36** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.01.2012** **E 12152005 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.06.2016** **EP 2503164**

54 Título: **Cojinete con tres y más hileras de cuerpos rodantes**

30 Prioridad:

**25.03.2011 FR 1152517**

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

**02.11.2016**

73 Titular/es:

**DEFONTAINE (100.0%)  
Rue Saint Eloi  
85530 La Bruffière, FR**

72 Inventor/es:

**ERRARD, GERMAIN;  
JACQUEMONT, ERIC y  
DELACOU, JEAN-MICHEL**

74 Agente/Representante:

**VIGAND, Philippe**

ES 2 588 358 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 con tres y más hileras de cuerpos rodantes

5 La invención se refiere a un cojinete giratorio, o corona de orientación, en instalaciones en las que las fuerzas a las que están sometidas son importantes.

Un cojinete de este tipo, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, se conoce del documento DE 100 10 295 A.

10 Se refiere de manera particular al campo de los aerogeneradores.

Un objetivo en sí mismo es, por otra parte, proponer un cojinete de este tipo para una pala de un cubo de rotor de aerogenerador.

15 De forma general, existen ya cojinetes que pueden someterse a grandes fuerzas, interponiéndose y fijándose el cojinete en cuestión entre una primera estructura y una segunda estructura entre las cuales unas fuerzas pasan entonces, a través del cojinete, pudiendo una al menos de estas estructuras girar con respecto a la otra, alrededor del eje de rotación del cojinete.

20 El cojinete comprende:

- un primer anillo y un segundo anillo de rodamiento, extendiéndose una parte del segundo anillo de rodamiento alrededor del primero radialmente a dicho eje de rotación;
- 25 – y varias series de elementos (o cuerpos) rodantes, cada una interpuesta entre el primer anillo y un segundo anillo de rodamiento, anularmente alrededor de dicho eje.

En algunas instalaciones, las fuerzas a las que están sometidas pueden ser muy elevadas tanto axialmente (eje de rotación) como radialmente a este eje. Los momentos son también a veces muy importantes.

30 En el campo de los aerogeneradores, las palas de aerogenerador están sometidas no solo a importantes fuerzas en el eje de la/cada pala (fuerzas denominadas axiales), sino también muy importantes fuerzas ejercidas radialmente al eje de la pala y del cubo de rotor (fuerzas denominadas por tanto radiales).

35 En este caso, la primera estructura y la segunda estructura mencionadas con anterioridad podrán en particular ser respectivamente un cubo de rotor de aerogenerador y una pala de aerogenerador, pudiendo entonces la pala girar con respecto al cubo alrededor de dicho eje de rotación del cojinete.

40 Las velocidades de rotación, las dimensiones siempre crecientes de los aerogeneradores, las fuerzas impuestas por el viento, pero también las fuerzas relacionadas con el ángulo de fijación de las palas imponen una resistencia cada vez mayor de los cojinetes.

A este respecto, es habitual que las palas puedan girar una decena de grados alrededor de su eje de alargamiento para favorecer el rendimiento en función de la potencia del viento.

45 Es en este contexto general en el que un objeto de la invención es mejorar la resistencia mecánica de los cojinetes. Una consecuencia es prevenir algunos problemas relacionados con la utilización de coronas de orientación para las palas de aerogeneradores, en particular el desgaste causado por las vibraciones (en inglés "False Brinelling", FEB, falso efecto Brinell).

50 La solución se describe en la parte caracterizadora de la reivindicación 1.

De manera muy favorable, dichas al menos tres hileras de elementos rodantes escalonadas a lo largo de dicho eje de rotación del cojinete comprenderán, entre dos hileras finales, al menos una hilera intermedia de elementos rodantes aptos para estar en movimiento a lo largo de pistas del primer anillo y del segundo anillo de rodamiento, según unos contactos puntuales.

De este modo, se garantizará una elevada resistencia a las fuerzas perpendicularmente al eje de rotación del cojinete.

60 Por medio de una/de dicha(s) hilera(s) intermedia(s) se va a garantizar una resistencia eficaz a estas fuerzas radiales, aunque más débil que con unos rodillos por ejemplo, permitiendo al mismo tiempo una resistencia a los giros causados por las vibraciones, suprimiendo el desgaste por FEB en particular en el campo de los aerogeneradores.

65

La solución de hilera(s) intermedia(s) de elementos rodantes que comprenden unas bolas (en inglés *ball bearings* o *spherical ball bearings*) ha sido especialmente eficaz, en particular en términos de rigidez y de limitación de los desplazamientos radiales de los anillos, limitando de este modo el FEB.

5 Los elementos rodantes de la o las hileras intermedias pertenecientes a las tres hileras, o más, de elementos rodantes escalonadas a lo largo del eje de rotación del cojinete se cargan previamente en un plano perpendicular a este eje de rotación.

10 En particular para la resistencia en los momentos de vuelco cada vez más importantes, los elementos rodantes de las hileras finales de dichas al menos tres hileras de elementos rodantes son unos rodamientos en forma de tonel (en inglés *barrel bearings*) o unos rodillos (*roller bearings* en inglés) y de manera más general unos elementos rodantes con contactos lineales, que tienen en ambos casos individualmente un eje de rotación transversal al eje de rotación del cojinete.

15 Aquí "transversal" indica de forma general que el eje de rotación considerado cruza el eje de rotación del cojinete, no necesariamente de forma perpendicular.

20 En particular, una solución con rodillos que se presentan como unos cilindros de sección constante y/o con un eje individual de rotación perpendicular al eje de rotación del cojinete, permitirá garantizar una resistencia eficaz paralelamente al eje de rotación del cojinete, por lo tanto la recepción de las fuerzas así dirigidas, así como los momentos de vuelco (en particular en los aerogeneradores), con un aumento esperado de la capacidad de carga.

25 Por otra parte, al disponer los elementos rodantes de la/las hileras intermedias en un mismo diámetro (central) diferente de los de las dos hileras finales, que, a su vez, estarán entonces de forma favorable también en un diámetro (central) común, se favorecerá de manera particular la resistencia a las vibraciones y la resistencia mecánica del conjunto, en dinámica.

30 Esto y lo anterior siendo particularmente pertinente en el campo de los aerogeneradores, es legítimo que aquí también se refiera a un aerogenerador que comprende un cubo de rotor, al menos una pala y un cojinete, o corona de orientación, como se han presentado con anterioridad, pudiendo la pala girar con respecto al cubo y estando los elementos rodantes así dispuestos adaptados para resistir juntos las fuerzas y momentos específicos en este campo, y de manera más particular las vibraciones, limitando de este modo, e incluso suprimiendo, el desgaste por FEB.

35 Las características anteriores, e incluso las que siguen en relación con la descripción más detallada que viene a continuación, favorecen la fiabilidad de las instalaciones en cuestión con cojinete, o corona de orientación, giratorio/a, así como la ergonomía de montaje/desmontaje, ofreciendo una solución eficaz técnica y económicamente.

40 En los ejemplos ilustrados en los dibujos adjuntos:

- la figura 1 es un esquema de frente de un aerogenerador conforme con la solución aquí presentada;
- la figura 2 es una vista de lado;
- las figuras 3 y 4 muestran cada una realización posible en la zona de la sección III-III de la figura 2;
- 45 - la figura 5 es una vista de frente de la corona de orientación en cuestión, aquí la de la figura 4 (deben imaginarse las demás realizaciones de la misma manera);
- la figura 6 muestra unos rodillos finales y unas bolas intermedias;
- la figura 7, que no forma parte del objeto de las reivindicaciones, muestra unas bolas en hileras finales e hilera intermedia (se muestra solo el cojinete, sin las estructuras fijadas a este);
- 50 - la figura 8, que no forma parte del objeto de las reivindicaciones, muestra unas bolas en hileras finales y en dos hileras intermedias;
- y las figuras 9, 10, 11 muestran unos rodamientos de rodillos de rodillos en forma de tonel en hileras finales y unas bolas en una o dos hileras intermedias.

55 En las figuras 1 y 2, se ve un aerogenerador 1 que comprende un mástil 3 en cuya parte superior al menos una pala, aquí tres, 5a, 5b, 5c, giran alrededor del eje horizontal 7a de un cubo central 7.

60 Tradicionalmente, el cubo 7 se monta a su vez de forma giratoria alrededor de un eje vertical 7b con respecto al mástil 3, para orientarse lo mejor posible con respecto al viento.

Cada pala, y en particular la pala 5c de la figura 2 puede girar algunos grados o decenas de grados alrededor de su eje de alargamiento 50c, con respecto al cubo de rotor 7, de modo que regule la potencia y la velocidad de rotación de la turbina.

65 En las figuras 3 y 4 se encuentra en 7 el cubo de rotor y en 50c el eje de la pala 5c (indicando 50c también el eje de rotación de los cojinetes, respectivamente 9, 90, ilustrados).

La orientación angular preferida de cada pala, como la pala 5c, genera en particular unas fuerzas radiales importantes, así como unos momentos de flexión elevados.

5 Los cojinetes, o coronas de orientación 9, 90 ilustrado/as comprenden respectivamente un primer anillo de rodamiento 11, 11b, un segundo anillo de rodamiento 13, 13b y varias series de elementos rodantes 15, 15b, 17, 17b, 170b, 19, 19b (véanse la figuras 3, 4).

10 Las partes finales 11a1, 11a2 del primer anillo de rodamiento que se extienden alrededor de las partes enfrentadas al segundo anillo, radialmente al eje de rotación 50c, sirven, con la nariz central 130a de este último, para sujetar los elementos rodantes de las hileras finales como 15, 19; 15b, 19b...

De forma tradicional, cada serie de elementos rodantes se coloca en círculo, como se muestra en la figura 5, entre el primer anillo y un segundo anillo de rodamiento, anularmente alrededor del eje 50c.

15 En los ejemplos ilustrados en las figuras 3, 4, estas series de elementos rodantes comprenden respectivamente tres y cuatro series anulares que se colocan según respectivamente tres y cuatro hileras escalonadas a lo largo de dicho eje 50c.

Estas hileras de elementos rodantes comprenden:

- 20
- dos hileras finales (axialmente) 151, 191; 151b, 191b, que comprenden, cada una, una serie de rodillos 15, 19; 15b, 19b que tienen individualmente un eje de rotación 153, 193; 153b, 193b, transversal a (que corta transversalmente) el eje de rotación 50c del cojinete;
  - y respectivamente una (figura 3) y dos (figura 4) hileras 171; 171b, 172b intermedias (axialmente) de elementos rodantes que comprenden unas bolas: 17, 17b, 170b.
- 25

De este modo, hay un escalonamiento axial en tres o cuatro niveles o hileras. Dicho de otro modo: las series de elementos rodantes comprenden más de dos series anulares (por lo tanto dos hileras) de dichos elementos, escalonadas a lo largo del eje 50c.

30 En las figuras 3, 4, las hileras finales y la/las hileras intermedias de estas series de elementos rodantes presentan unos diámetros centrales diferentes entre sí. Aquí, las hileras finales están en un diámetro central D1 (medido entre el eje 50c y el centro de los rodillos 15, 19; 15b, 19b), igualmente para la/las hileras intermedias: diámetro central D2 medido de la misma manera (bolas). En las figuras 3, 4, son los radios (R1, R2) los que se muestran. De este modo, estos elementos rodantes, por una parte de las hileras finales y, por otra parte, de la/las hileras intermedias se sitúan, con respecto a dicho eje de rotación 50c, en unos radios diferentes, respectivamente R1, R2.

35

De forma más genérica, se encuentran por lo tanto en la solución presentada una o dos series anulares de elementos rodantes 17, 17b, 170b adaptados para resistir al menos las fuerzas orientadas radialmente o transversalmente al eje de rotación 50c del cojinete, interponiéndose esta(s) series, en proyección a lo largo de este eje, entre los (las series de) elementos rodantes de las dos hileras finales adaptados cada uno para resistir esencialmente las fuerzas orientadas paralelamente o de forma sustancialmente paralela al eje de rotación del cojinete.

45 En las figuras 3, 4, pero también en la figura 6, los rodillos 15, 19; 15b, 19b son unos cilindros de sección sustancialmente constante.

El radio varía muy ligeramente a lo largo del rodillo para obtener una distribución de presión constante, una caída en cada extremo permite reducir los efectos de borde. Y el eje individual de rotación de los rodillos (como 155 en la figura 3 para el que se muestra en 15) es perpendicular al eje 50b de rotación del cojinete.

50

En las figuras 3, 4, todos los elementos rodantes de la o las hileras intermedias 171; 171b, 172b son idénticos entre sí y se sitúan según un mismo diámetro central centrado en el eje 50c (diámetro central D2).

55 En lo que se refiere a las bolas 17, 17b, 170b correspondientes, se recomienda, si hay varias series, que todas estas presenten el mismo diámetro, como D30 en la figura 4, siendo también de preferencia todos los rodillos de las dos hileras finales idénticos: diámetro identificado D4 en la figura 4, en particular para las aplicaciones de cojinete de pala de aerogenerador. En otras aplicaciones para las cuales una fuerza axial sería dominante en una dirección preferida, el diámetro D30 de los cuerpos (o elementos) rodantes 17b, 170b de la(s) hileras intermedias podría ser inferior a D4.

60

En la figura 3, los elementos rodantes intermedios, a los cuales pertenece el 171 representado, se sitúan, según la dirección paralela al eje 50c en la que cada uno está situado, sustancialmente a medio camino entre los de las dos hileras finales. Al ser la hilera intermedia 171 única en la figura 3, el diámetro D3 de las bolas es superior al D30, común, de las bolas de los dos hileras intermedias sucesivas de la figura 4, pero esto puede variar: el diámetro de la bola es el resultado de un cálculo a partir de las fuerzas radiales de la aplicación.

65

En la figura 4, las bolas de las hileras intermedias respectivamente superior 171b e inferior 172b se sitúan, de nuevo según la dirección paralela al eje 50c en la que cada una está situada, más cerca de los rodillos respectivamente de la hilera final superior 151b y de la hilera final inferior 191b que de sus bolas homólogas de la otra hilera intermedia.

5 También en la figura 4, y será de preferencia igual en la figura 3, se identifican respectivamente 173a y 173b como los dos planos centrales de los elementos rodantes de las dos hileras intermedias ilustradas. Como se recomienda, estos elementos rodantes con contactos puntuales se cargan previamente en uno y otro de estos planos, los cuales son cada uno perpendiculares al eje de rotación 50c. Para ello, el diámetro de las bolas es, en el plano mencionado con anterioridad, ligeramente superior a la diferencia de los radios medidos desde 50c de las pistas de rodamiento (respectivamente 23a, 23b) de los anillos 11b y 13b que los reciben. Sometido a una fuerza, la carga de estas bolas será, por lo tanto, radial al eje 50c. Esta orientación radial de carga, y eventualmente de carga previa, será por otra parte la misma para la serie de bolas 17, en la figura 3, o también para las bolas de la(s) hilera(s) intermedia(s) de las figuras 6 y siguientes. En la figura 3, se identifica por otra parte como 190, el eje común de carga de los elementos rodantes de las dos hileras finales. Este corresponde a una carga axial. Es, por lo tanto, paralelo al eje 50c. Este eje se encuentra, identificado o no, pero ilustrado en la figura 4, y luego en la 6 y siguientes donde existe por lo tanto también un eje de carga axial de los elementos rodantes de las dos hileras finales.

20 Tanto en la figura 3 como en la figura 4, hay que señalar también que uno de los anillos está en varias partes. Se trata aquí del primer anillo de rodamiento 11, 11b, que es radialmente exterior con respecto al otro anillo, sustancialmente más próximo al eje de rotación 50c.

25 De este modo, para facilitar los montajes/desmontajes y el mantenimiento, el primer anillo de rodamiento 11, 11b, está en dos partes, respectivamente 110, 111; 110b, 111b. La línea de unión, respectivamente 21, 21b, preferible es, para la transmisión de las fuerzas, una línea próxima a la hilera final inferior, aquí 19 o 19b, para establecer una unión monobloque entre el medio de rotor y las hileras de bolas intermedias. En la ilustración, la línea de unión está sustancialmente a la altura de la hilera final superior 151 o 151b que esta rodea para servir localmente como camino de rodadura superior para los rodillos de la hilera final superior, en lo que se refiere a la parte superior 110; 110b de este primer anillo. Más abajo, la parte complementaria, inferior, 111; 111b de este mismo anillo, sirve como camino de rodadura exterior para las bolas de la (figura 3)/ de las (figura 4) hilera(s) intermedia(s), y como camino de rodadura inferior para los rodillos de la hilera final inferior. Un montaje comparable existe en las formas de realización de las figuras siguientes.

35 Y se observa que, radialmente, para la resistencia a las fuerzas y momentos, el diámetro D40 del fondo (a media altura) del camino (también llamado pista) de rodadura interior 23 de cada bola es inferior al diámetro D5 del tope exterior, transversal (aquí perpendicular) al eje 50c, de cada rodillo, ya sea de la hilera superior (250) o inferior (270). De este modo, se puede posicionar radialmente la pista de las bolas en un diámetro lo más próximo posible al diámetro D1 de la hilera de rodillos para limitar la longitud de la nariz central 130a y, por consiguiente, las tensiones de flexión en el pie de esta. La nariz 130a es la parte central del anillo interior 13 que se extiende radialmente hasta el camino de rodadura interior 23. A ambos lados, sirve también como camino de rodadura central, por ejemplo para los rodillos 15, 19.

40 En cualquier caso, todas o parte de las características anteriores se implementarán para que los elementos rodantes así dispuestos estén adaptados para soportar juntos unas fuerzas orientadas con unas componentes radiales y axiales con respecto al eje 50c de rotación del cojinete.

45 En lo que se refiere al montaje sobre el cubo 7 y la pala 5c, hay que señalar también que, a ambos lados de los rodamientos, los anillos 11, 13 se fijan respectivamente al cubo y a la pala.

50 Los tornillos, con o sin cabeza (espárragos), respectivamente 27 y 29, garantizan las fijaciones citadas con anterioridad, paralelamente al eje 50c, a dos distancias radiales diferentes de este eje. La figura 5 muestra esto, con los anillos respectivamente externo 11b e interno 13b (con sus dientes 130b en la periferia interna; por supuesto previsibles en el caso de la figura 3).

55 La varilla roscada de cada medio de fijación 27 escalonado en la periferia del anillo 11 coopera con una tuerca 27a. Cada medio de fijación 29 se atornilla directamente en el cuerpo del nacimiento de la pala 5c, con su cabeza 29a situada en el lado del cubo. De este modo, los pernos 27, 29 son accesibles por el interior hueco del cubo de rotor 7.

60 La diferencia entre las formas de realización de las figuras 4 y 6 es que los elementos rodantes de las hileras intermedias se sitúan radialmente, en un caso más lejos, en un caso menos lejos, del eje 50c ( $D2/R2$ ) de lo que lo están los elementos rodantes de las hileras finales.

Esta disposición a un lado o a otro no es, por otra parte, determinante para ninguna de las formas de realización cubiertas por la solución aquí patentable.

65 Las soluciones con hileras (axialmente) finales de rodillos deben permitir obtener una gran capacidad de carga axial pero sobre todo de momento de vuelco, carga predominante en particular en los aerogeneradores muy grandes

(multi mega vatios). También se puede apreciar la limitación (por la carga previa) del movimiento radial permitido del anillo giratorio.

5 La figura 7, que no forma parte del objeto de las reivindicaciones, permite mostrar que otras estructuras que no son un cubo de rotor y una pala de aerogenerador pueden fijarse a los anillos giratorios del cojinete. De este modo, se refiere por ejemplo a la realización de una torreta de grúa de obra, en relación con una cualquiera de las realizaciones aquí descritas.

10 En las figuras 7, 8 que no forman parte del objeto de las reivindicaciones, los elementos rodantes 15c, 19c de las hileras (axialmente) finales son unas bolas. Estas son (sustancialmente) esféricas. Lo mismo sucede para los elementos rodantes, respectivamente 17c y 17c, 170c, de la(s) hilera(s) (axialmente) intermedia(s). Los ejes de carga de los elementos rodantes están representados, como lo están en las siguientes figuras.

15 Por otra parte, en las figuras 9, 10, los elementos rodantes 15d, 19d de las hileras (axialmente) finales, aunque de nuevo con contactos puntuales con las pistas de los anillos de rodamiento adyacentes (aquí identificados como 11d, 13d) como en las figuras 7 y 8, son unos rodamientos en forma de tonel. El eje de rotación de cada uno de estos rodamientos en forma de tonel está orientado perpendicularmente al eje 50c de rotación del cojinete. Los elementos rodantes, respectivamente 17d y 17d, 170d, de la(s) hilera(s) (axialmente) intermedia(s) son unas bolas.

20 En cuanto a la figura 11, muestra de nuevo que los elementos rodantes de la(s) hilera(s) intermedia(s) pueden situarse radialmente en un caso más lejos, en otro caso menos lejos (figura 10), del eje 50c (D2/R2) de lo que lo están los elementos rodantes de las hileras finales.

25 A este respecto, hay que señalar que las versiones con anillo interno en dos partes (figuras 6-10) o con anillo externo en dos partes (figuras 3, 4, 11) serán útiles para el posicionamiento del dentado de accionamiento 33 que se hará siempre en el anillo en una parte. Según las configuraciones, el dentado está en el anillo radialmente interior o el anillo exterior.

30 En lo que se refiere a los alcances de los elementos rodantes con contactos puntuales presentados (bolas, toneles), la presente corona de orientación estará de preferencia en hilera(s) de elementos rodantes con dos zonas de contacto (a menudo conocido en inglés con la denominación "two zone (point) contact...").

35 En cuanto a la utilización de bolas en carga radial, esta permite realizar un montaje cargado previamente que va a introducir una rigidez y limitar los desplazamientos radiales de los anillos, limitando de este modo el FEB.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Cojinete que presenta un eje de rotación (50c) y que se puede interponer entre una primera estructura (7) y una segunda estructura (5c), pudiendo la primera estructura y la segunda estructura girar una con respecto a la otra alrededor del eje del cojinete, comprendiendo este cojinete:
- 10 - un primer anillo y un segundo anillo de rodamiento (130, 150...), extendiéndose una parte del segundo anillo de rodamiento alrededor del primero radialmente a dicho eje (50c);  
- y varias series de elementos rodantes interpuestas entre el primer y el segundo anillo de rodamiento, anularmente alrededor de dicho eje (50c),
- 15 comprendiendo dichas varias series de elementos rodantes al menos tres series anulares de las cuales al menos dos están situadas, con respecto a dicho eje (50c), en unos radios (R1, R2) diferentes y colocándose según al menos tres hileras escalonadas a lo largo de dicho eje y cargándose previamente los elementos rodantes de la o las hileras intermedias de dichas al menos tres hileras de elementos rodantes escalonadas a lo largo de dicho eje (50c) de rotación del cojinete en un plano perpendicular a dicho eje de rotación, caracterizado por que los elementos rodantes de la o las hileras intermedias de dichas al menos tres hileras de elementos rodantes comprenden unas bolas (17, 17b, 170b), por que las dos hileras finales de dichas al menos tres hileras de elementos rodantes escalonadas a lo largo de dicho eje (50c) de rotación del cojinete comprenden cada una bien una serie de rodillos (15) o bien una serie de rodamientos en forma de tonel (15d, 19d), que tienen respectivamente y de forma individual un eje de rotación transversal al eje de rotación del cojinete y por que el diámetro (D40) del fondo a media altura de la pista (23b) de rodadura interior (23) de cada bola (17, 17b, 170b) es inferior al diámetro (D5) del tope exterior, transversal al eje (50c), de cada rodillo (15) o de cada rodamiento en forma de tonel.
- 20
- 25 2. Cojinete de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que dichas al menos tres hileras de elementos rodantes escalonadas a lo largo de dicho eje (50c) de rotación del cojinete comprenden:
- 30 - dos hileras finales que comprenden, cada una, una serie de rodillos (15b, 19b) que tienen individualmente un eje de rotación transversal al eje de rotación del cojinete;  
- y al menos una hilera intermedia de elementos rodantes que comprenden unas bolas (17, 17b, 170b).
- 35 3. Cojinete de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que los rodillos (15, 19; 15b, 19b) son unos cilindros de sección constante.
- 40 4. Cojinete de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que el eje individual de rotación (153b, 193b...) de los rodillos o de los rodamientos en forma de tonel (15d, 19d) es perpendicular al eje de rotación del cojinete.
5. Cojinete de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que dichas al menos tres hileras de elementos rodantes escalonadas a lo largo de dicho eje (50c) de rotación del cojinete comprenden:
- 45 - dos hileras finales que comprenden, cada una, una serie de rodamientos en forma de tonel (15d, 19d) que tienen individualmente un eje de rotación transversal al eje de rotación del cojinete;  
- y al menos una hilera intermedia de elementos rodantes que comprenden unas bolas (17, 17b, 170b).
- 50 6. Cojinete de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende dos hileras intermedias de elementos rodantes escalonadas a lo largo de dicho eje (50c) de rotación del cojinete.
7. Cojinete de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que todos los elementos rodantes de la o las hileras intermedias son idénticos y están situados según un mismo diámetro central (D2) centrado en dicho eje (50c) de rotación del cojinete.
- 55 8. Cojinete de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que uno de los anillos está en varias partes (110, 111; 110b, 111b).
9. Aerogenerador que comprende un cojinete de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, un cubo de rotor (7) como primera estructura y al menos una pala (5c) como segunda estructura, pudiendo girar la pala con respecto al cubo.

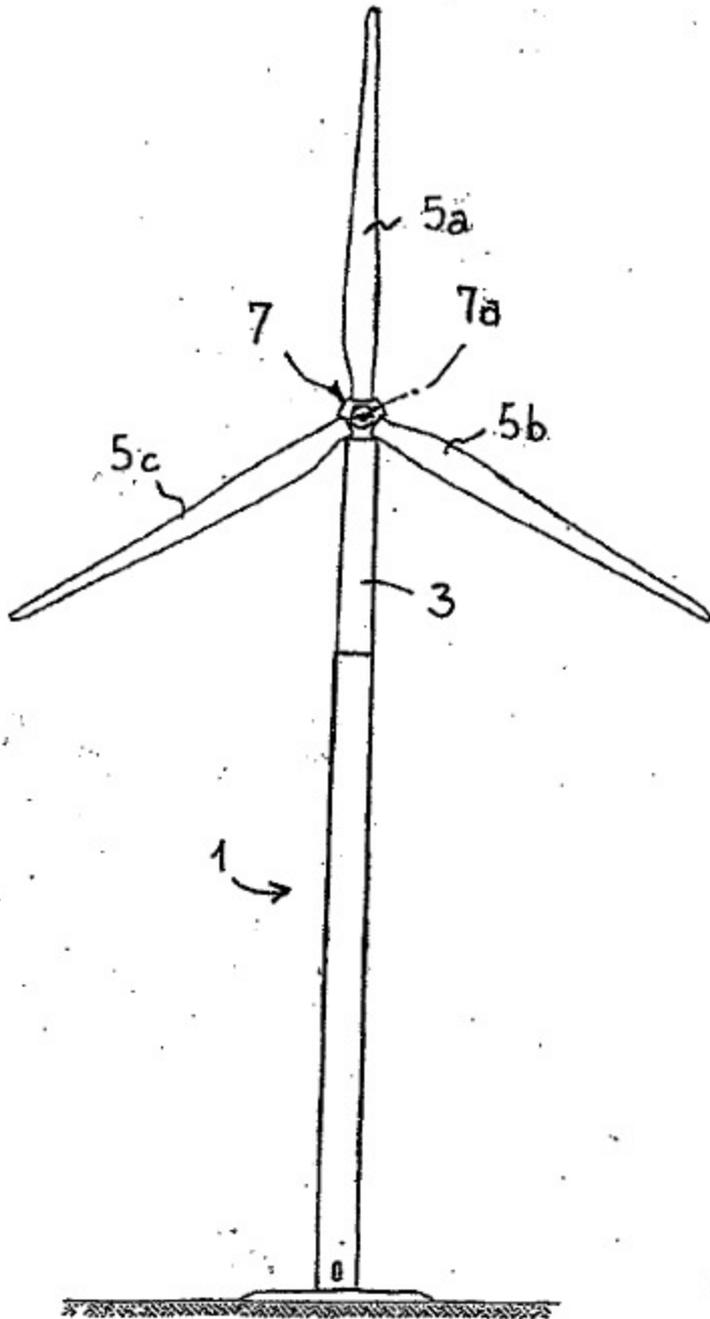


FIG. 1

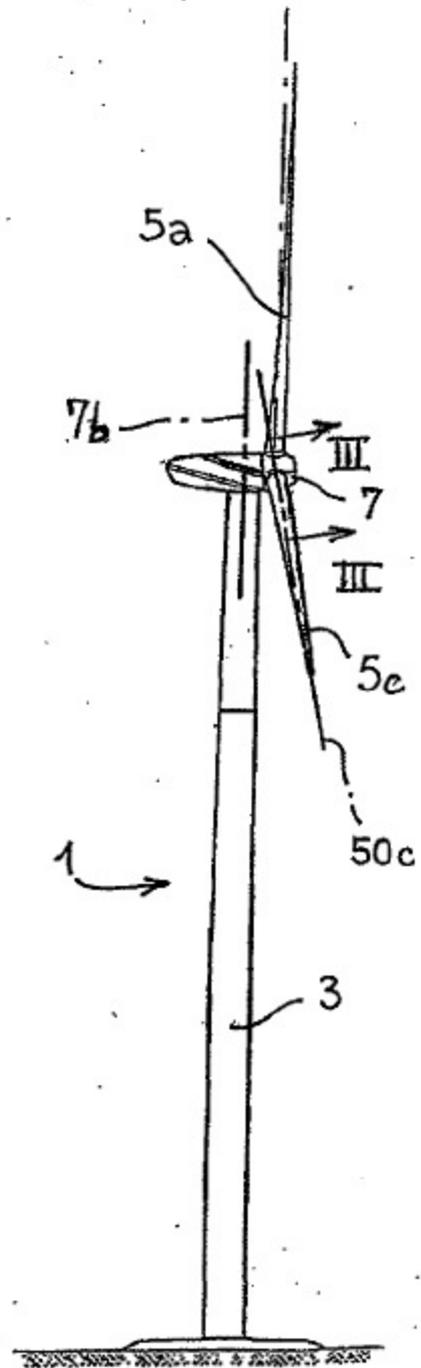
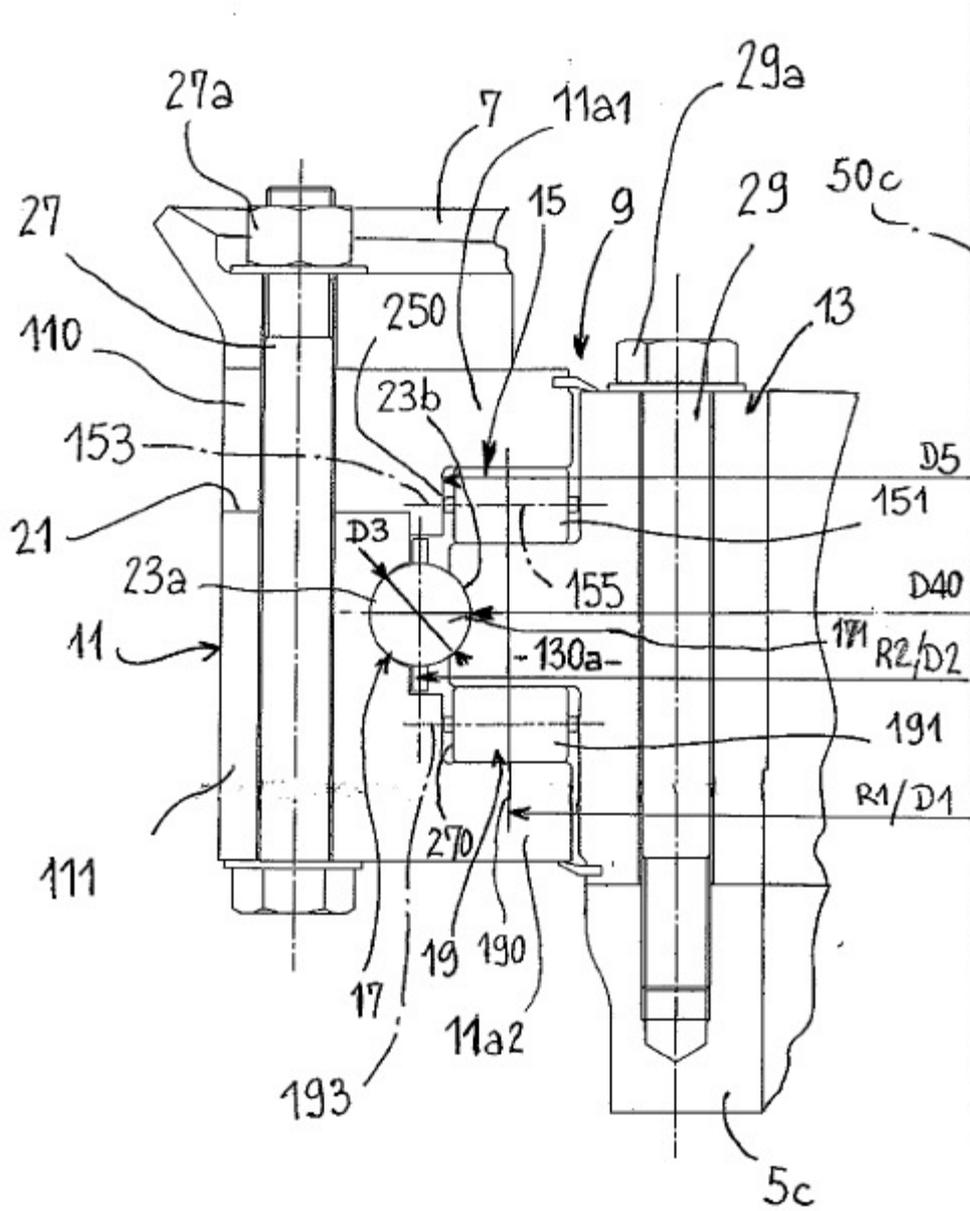
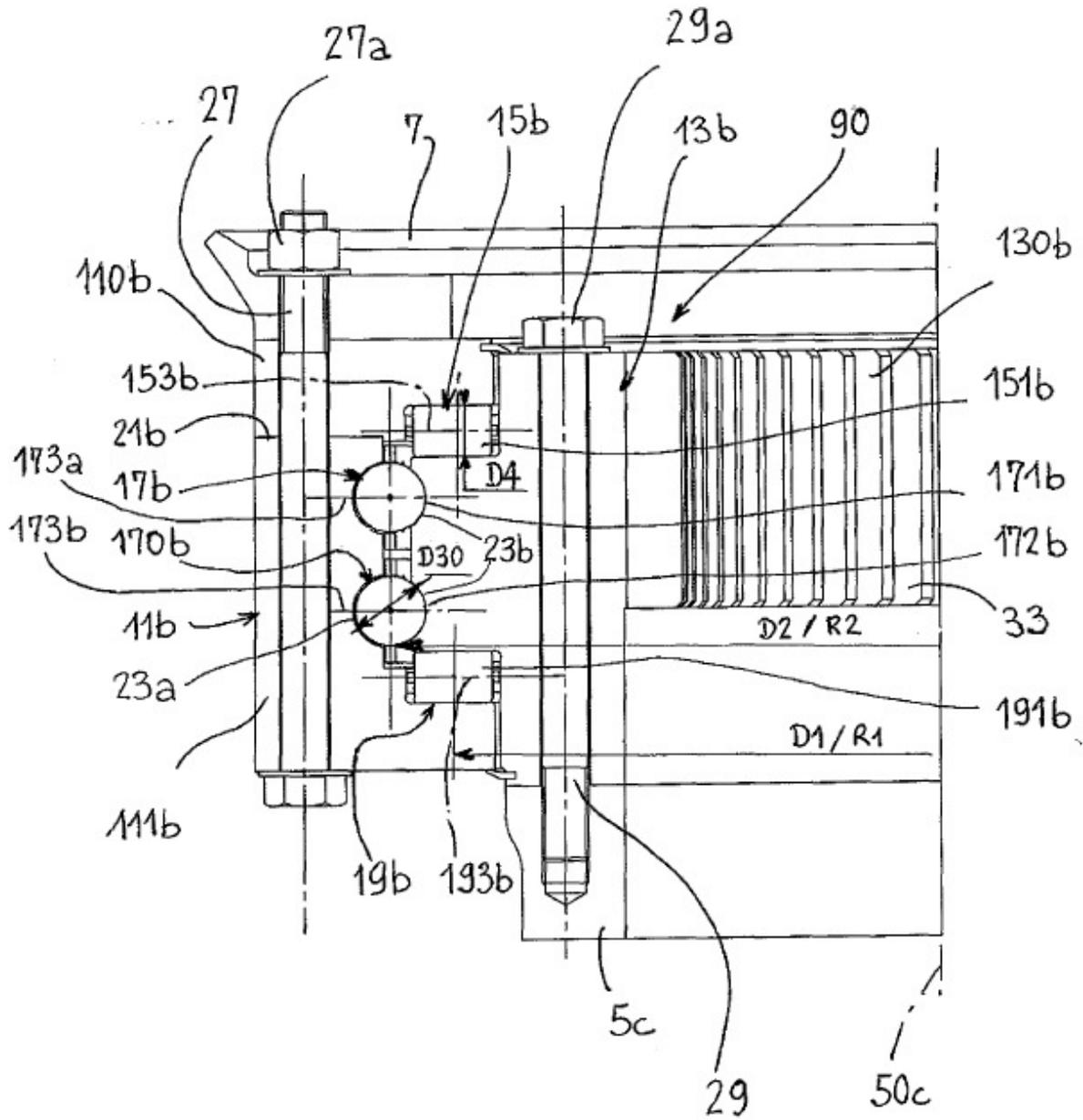


FIG. 2





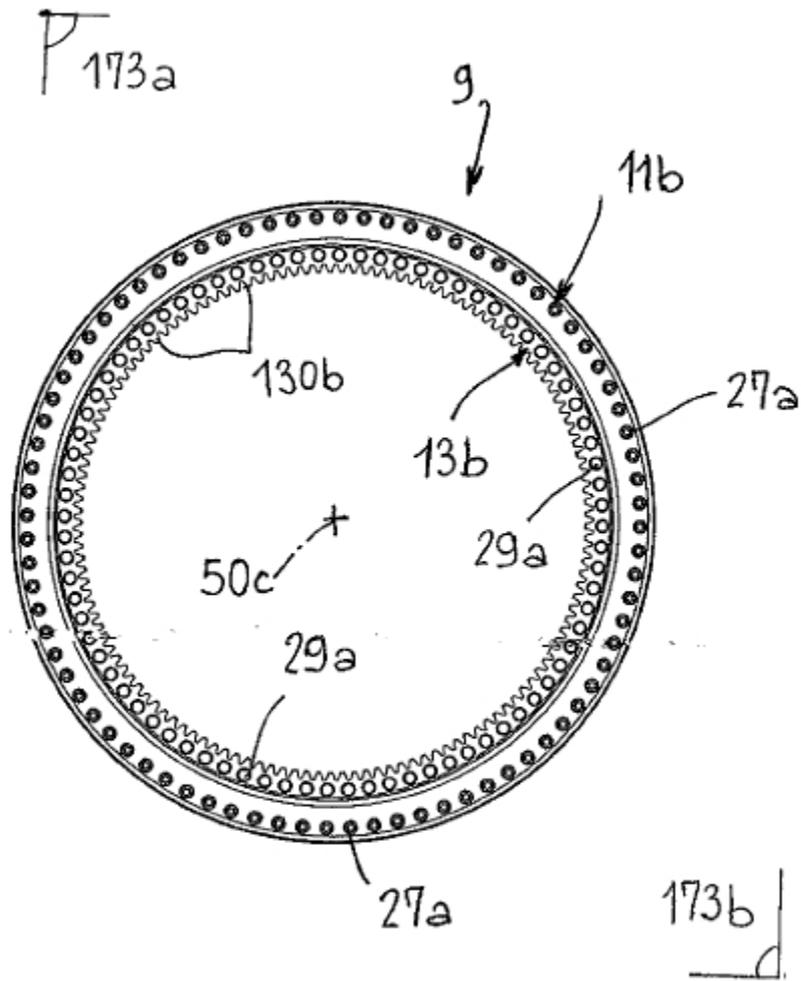


FIG. 5

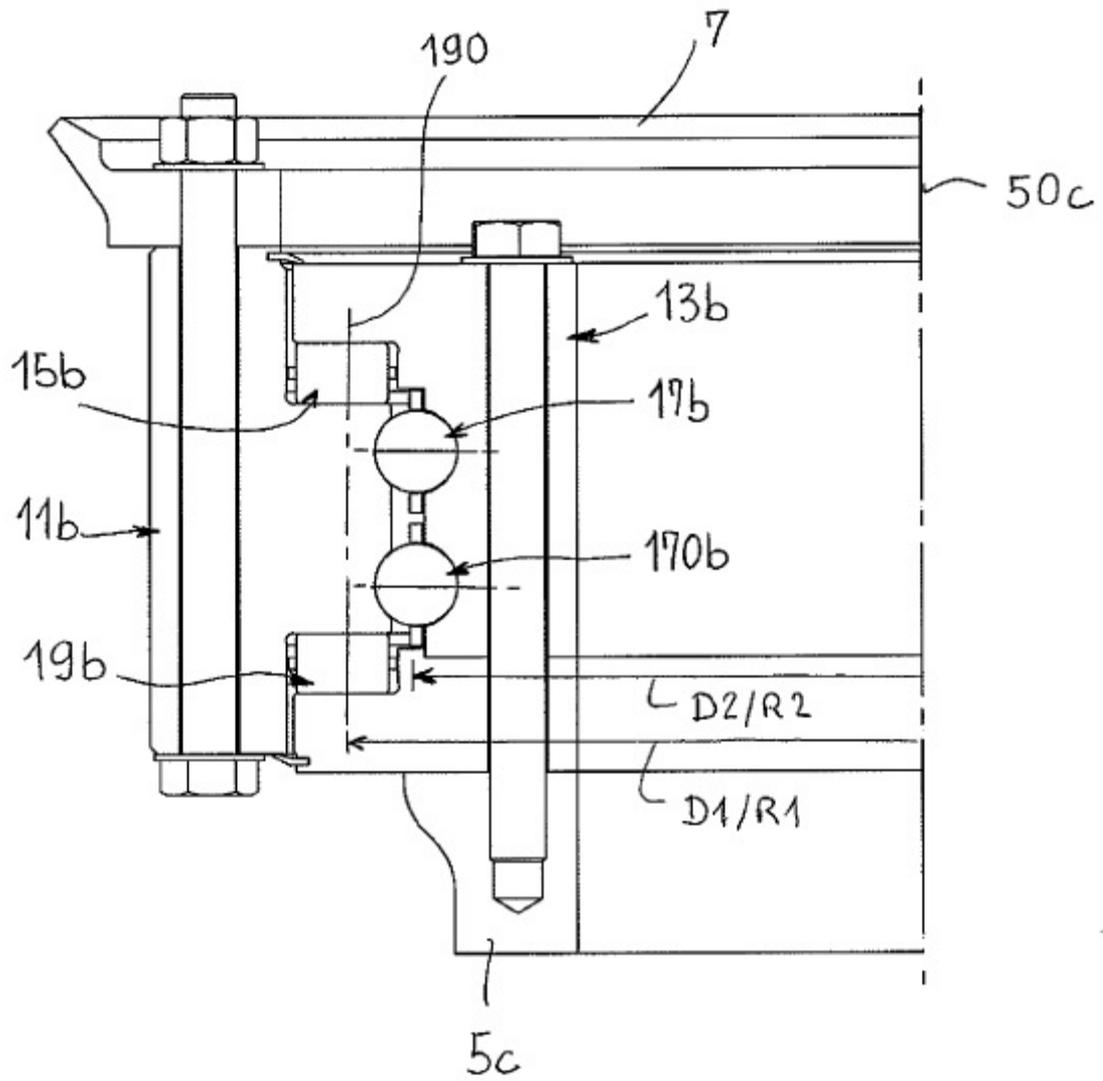


FIG. 6

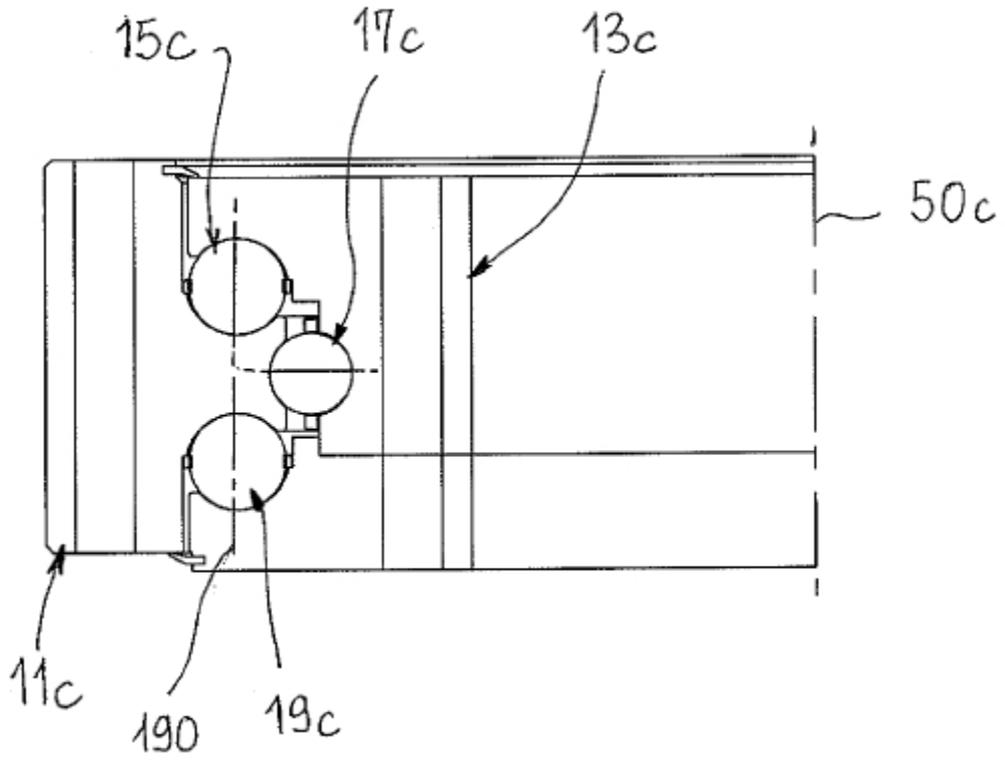


FIG. 7

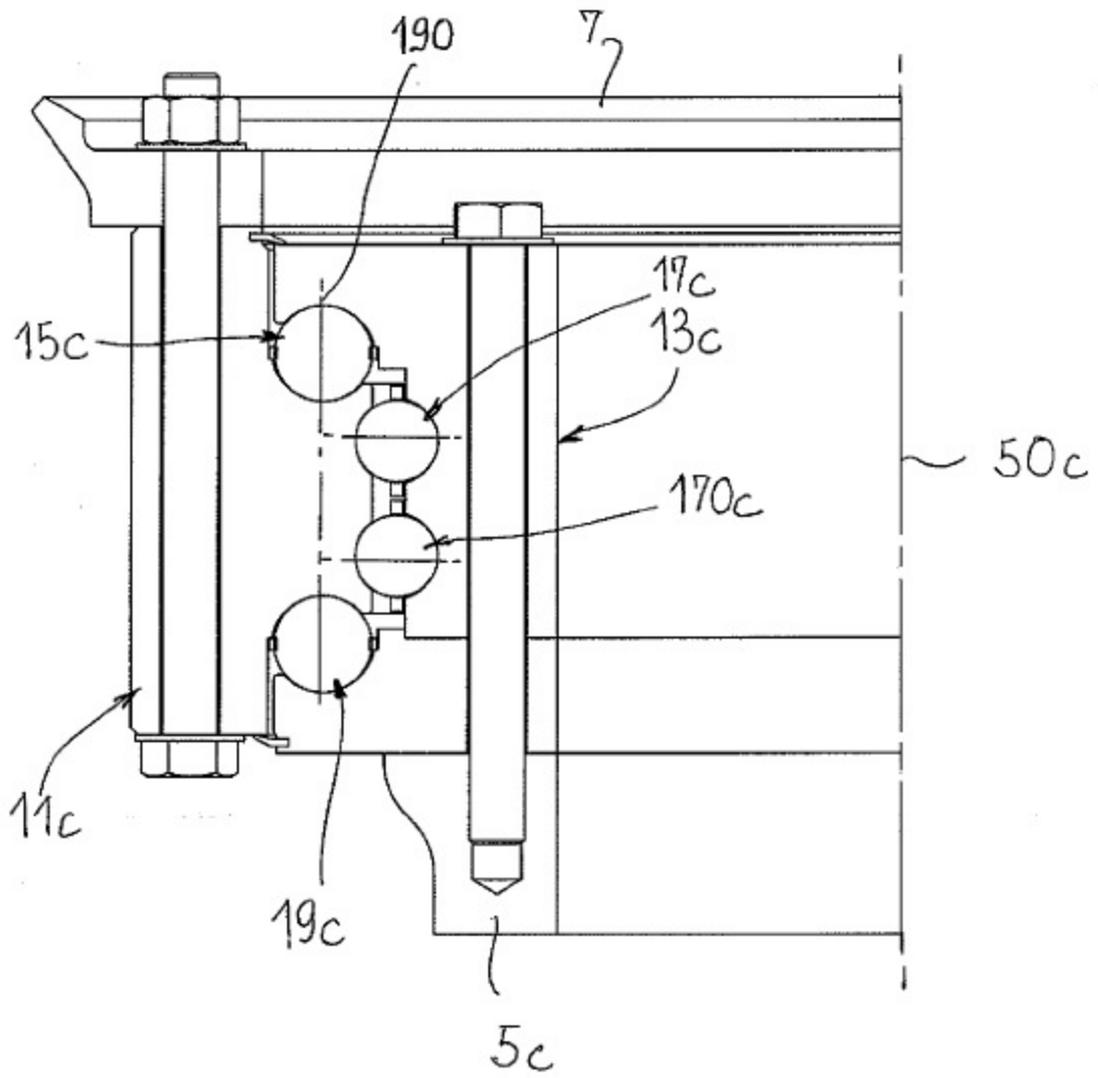


FIG. 8

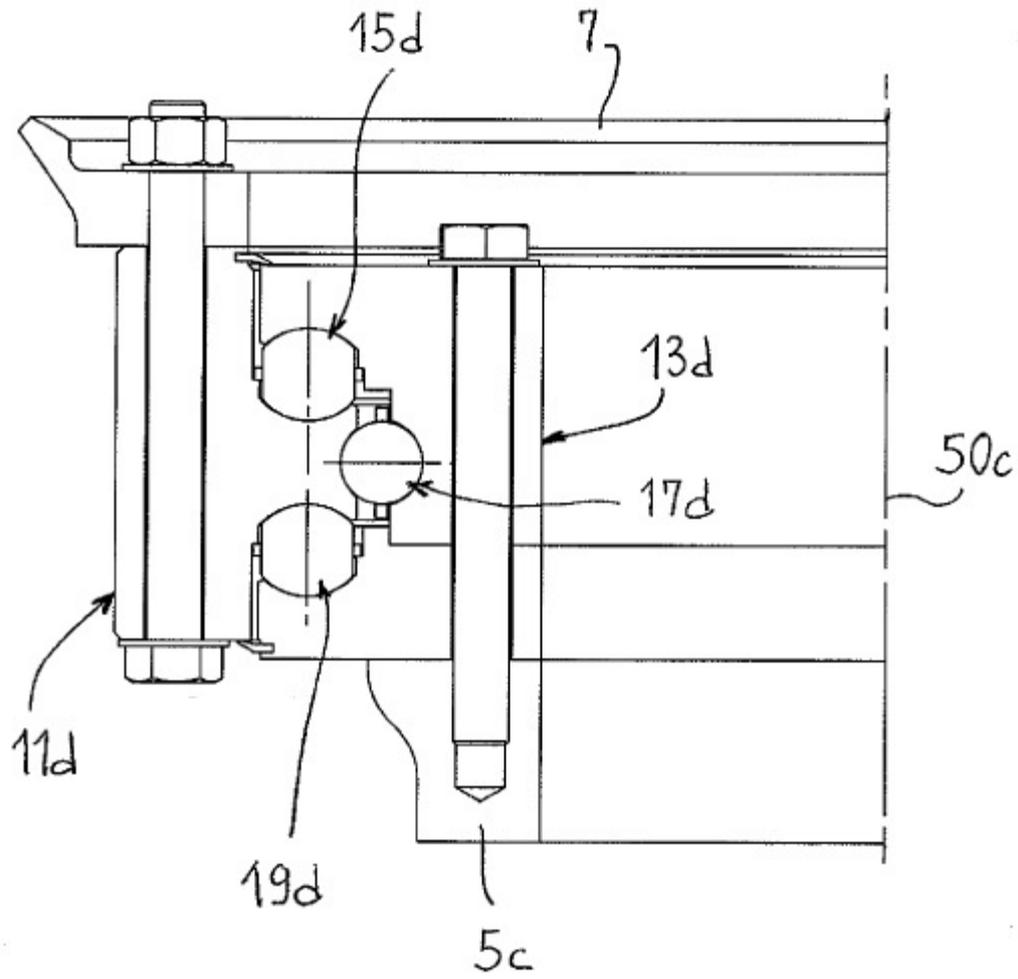


FIG. 9

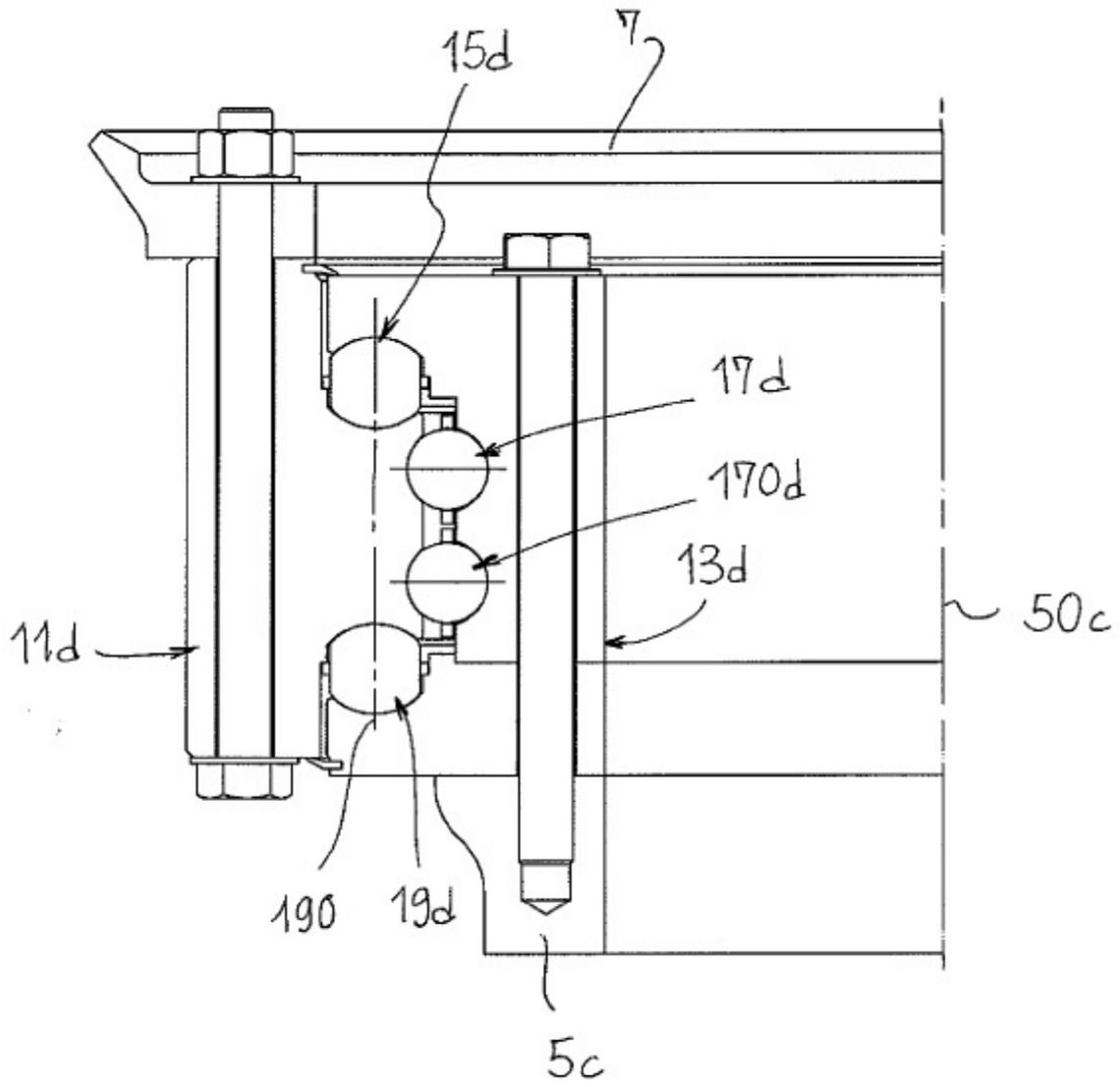


FIG. 10

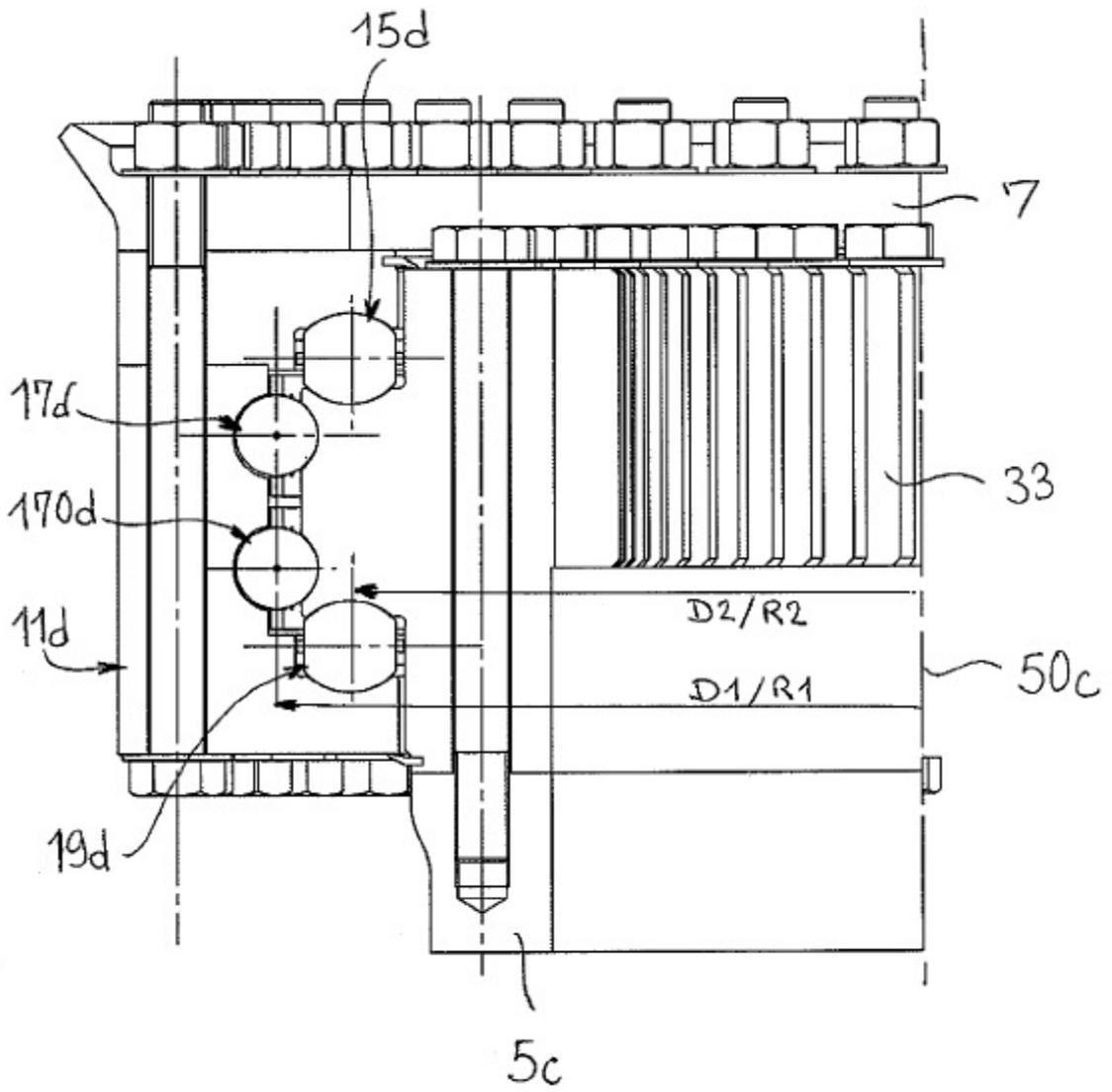


FIG. 11