

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 616 288**

51 Int. Cl.:

F16C 19/38 (2006.01)

F16C 33/36 (2006.01)

F16C 23/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2006 E 06291094 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.01.2017 EP 1741940**

54 Título: **Cojinete de rodamientos en forma de tonel**

30 Prioridad:

08.07.2005 FR 0507353

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

12.06.2017

73 Titular/es:

**DEFONTAINE (100.0%)
RUE ST. ELOI
85530 LA BRUFFIÈRE, FR**

72 Inventor/es:

**ERRARD, GERMAIN;
JACQUEMONT, ERIC;
TERVE, DANIEL y
CHATRY, DIDIER**

74 Agente/Representante:

VIGAND, Philippe

ES 2 616 288 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 rodamientos en forma de tonel

5 La invención se refiere a un cojinete giratorio de servomotor.

Un objetivo es proponer un cojinete de este tipo para una pala de un cubo de rotor de un aerogenerador.

10 De forma general, existen ya unos cojinetes que pueden sufrir grandes esfuerzos y que comprenden:

– al menos un primer anillo de rodamiento y un segundo anillo de rodamiento que se extienden a dos distancias radiales diferentes con respecto al eje de la pala, y montado giratorio uno con respecto al otro, alrededor de este eje;

15 – al menos una serie de rodamientos dispuestos, según un plano radial a este eje, entre el primer anillo y el segundo anillo;

– unos primeros medios de fijación del primer anillo sobre el cubo de rotor;

– unos segundos medios de fijación del segundo anillo sobre la pala.

20 En particular, las palas de aerogenerador sufren no solo unos esfuerzos importantes en el eje de la/cada pala (esfuerzos axiales), sino también unos muy importantes esfuerzos ejercidos radialmente en el eje de la pala y del cubo de rotor (esfuerzos radiales o centrífugos).

25 Las velocidades de rotación, las dimensiones siempre crecientes de los aerogeneradores, los esfuerzos impuestos por el viento, pero también los esfuerzos relacionados con el ángulo de calado de las palas imponen una resistencia siempre incrementada 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 dirección del viento.

30 Aunque a continuación solo se haga referencia, por simplificar, a unas pala(s) y cubo(s) de rotor, se puede aplicar la invención a otros aparatos que se encuentran con los mismos problemas (grúas, equipos pesados de construcción, etc.).

35 Es en este contexto en el que un objeto de la invención es mejorar el comportamiento mecánico de los cojinetes, favoreciendo su resistencia, en particular en los esfuerzos radiales, y su desempeño de conjunto, en particular para esta aplicación en los grandes aerogeneradores.

40 Una solución propuesta de acuerdo con la reivindicación 1 consiste en que los rodamientos utilizados sean unos rodamientos en forma de tonel que presentan cada uno un eje de rotación, estando estos ejes orientados de forma oblicua con respecto al eje de la pala y dispuestos según un plano radial a este último, entre el primer anillo y el segundo anillo, estando uno al menos de estos anillos separado en al menos dos partes, según una superficie transversal al eje de la pala, para el montaje y/o el desmontaje de los rodamientos.

45 Para aliar resistencia, fiabilidad, eficacia y condiciones de fabricación y de mantenimiento eficaces, se aconseja que, según una dirección paralela al eje de la pala, el cojinete comprenda al menos dos series de dichos rodamientos en forma de tonel escalonados en dos niveles diferentes según esta dirección y cuyos ejes de rotación cooperan entre los pisos.

50 En este caso, se aconseja también, por las mismas razones, y según unas direcciones paralelas al eje de la pala:

55 – que la separación entre (las) dos partes del anillo considerado este situada entre los (dos) pisos de las series de rodamientos;

– que el anillo en al menos dos partes presente, respectivamente en una y otra de estas partes, un primer resalte radial y un segundo resalte radial de sujeción para las dos series correspondientes de rodamientos, presentando estos resaltes cada uno, según una sección que contiene el eje de la pala y que pasa por uno de dichos rodamientos en cada piso, una superficie de asiento cóncava complementaria de una superficie convexa de estos rodamientos o rodillos, uniéndose este primer resalte y este segundo resalte a una parte central adelgazada en la que se sitúa la separación en dos partes del anillo, entre los dos pisos de dichas series de rodamientos;

60 – y que el otro anillo presenta, entre (los) dos pisos de las series de rodamientos, un tercer resalte intermedio radial que presenta, según dicha sección de paso, dos superficies de asiento cóncavas

complementarias de dicha superficie convexa de estos rodamientos, para completar su sujeción.

5 Los ejes de rotación que colaboran con los rodamientos se cruzarán en una zona de la parte intermedia de menor espesor de dicho anillo separado en al menos dos partes, por las razones y a indicadas.

En particular para una transmisión de esfuerzo optimizada y una seguridad de fijación, se favorecerá por otra parte el hecho de que el cojinete comprenda, además:

- 10 – una pieza de unión interpuesta entre la pala y dicho anillo adicional y dicho segundo anillo y que se extiende, radialmente en el eje de la pala, enfrentada a estos, estando uno al menos de estos anillos fijado sobre la pieza de unión sin fijarse sobre la pala a la cual se fijará sin embargo por medio de esta pieza de unión; y
- 15 – un anillo adicional de rodamiento situado, radialmente en el eje de la pala, en el interior o alrededor del primer anillo y del segundo anillo y fijado a la pala.

20 En estas condiciones, se favorecerá que dicho anillo adicional y dicho segundo anillo y la pala se unan juntas mediante una unión única por la cual pasará una parte al menos de los esfuerzos (de preferencia todos) que se ejercen a la vez sobre dicho anillo adicional y dicho segundo anillo. Esta unión no será, por lo tanto, específica de ninguno de los anillos.

25 En particular para el comportamiento radial bajo los esfuerzos, se aconseja además que un elemento o una parte de retención esté unido(a) mecánicamente a la pieza de unión o al cubo de rotor, quedando retenido al menos radialmente en el eje de la pala por uno o por otro. Este medio de retención bordeará la superficie periférica de dicho anillo radialmente más alejado del eje de la pala.

30 Hay que señalar que esta solución se refiere a una realización en la que la “pieza de unión” citada con anterioridad es una pieza independiente y no un elemento o una parte de otra pieza. En el documento EP-A-158 015, la pieza 13 de las figuras 1 a 7 integra al menos una “parte de unión” que se extiende, según una dirección radial al eje general de rotación, hasta quedar enfrentada al anillo radialmente más alejado de este eje central.

35 Se considera aquí el uso de dicha “parte de unión”. En este caso, se aconseja que el anillo exterior considerado con anterioridad presenta radialmente un espesor más importante hacia su extremo más cercano a la pala que hacia su extremo más cercano al cubo de rotor, presentando este anillo por consiguiente una superficie periférica exterior con una generatriz no paralela, o no continuamente paralela, al eje de la pala.

40 Los medios de fijación con dicho primer anillo y dicho anillo exterior estarán por tanto dispuestos, juntos, sobre esta parte de unión.

45 Aunque se formulan a continuación algunas características diferentes, las dos soluciones presentadas con anterioridad, respectivamente con pieza de unión y con parte de unión, estrechamente unidas con el cubo de rotor o fijadas sobre este, aportan la misma solución al problema ya enunciado de mejora del comportamiento bajo esfuerzo de los cojinetes, en particular radialmente en el eje de rotación de la/cada pala, en unos aerogeneradores cada vez más potentes y por lo tanto sometidos a una tensión mecánica creciente.

50 Las características anteriores, e incluso las que se dan a continuación en la descripción más detallada, favorecen la fiabilidad de los aerogeneradores concernidos, así como la ergonomía de montaje/desmontaje, ofreciendo una solución eficaz técnica y económicamente.

A este respecto, hay que señalar también que se aconseja:

- 55 – bien que la pala se fije exclusivamente al anillo intermedio y, por lo tanto, no se fije directamente en los anillos extremos;
- o bien que uno al menos de dicho anillo adicional y dicho segundo anillo se fije sobre la pieza de unión sin fijarse sobre la pala a la cual estará, por el contrario, unida por medio de la pieza de unión citada con anterioridad.

60

En los ejemplos ilustrados en los dibujos adjuntos:

- la figura 1 es un esquema de frente de un aerogenerador conforme con la invención;
- la figura 2 es una vista de lado;

ES 2 616 288 T3

- la figura 3 muestra la sección III-III, según un plano perpendicular a los ejes, aquí confundidos, del cubo de rotor y de la pala considerada;
 - la figura 4 es una variante a priori degradada de la figura 3;
 - la figura 5 esquematiza, según siempre la misma sección, una solución con tres anillos y dos
- 5 dobles series de rodamientos en forma de tonel;
- la figura 6 esquematiza los tres anillos solos de la figura 5, en una variante a priori preferente;
 - la figura 7 esquematiza los mismos anillos, según la flecha VII;
 - las figuras 8, 9, 10 muestran, según la misma sección, tres variantes con pieza de unión añadida
- 10 entre los anillos extremos y la pala, y reforzada.
- En las figuras 1 y 2, se ve un aerogenerador 1 que comprende un mástil 3 en cuya cabeza tres palas 5a, 5b, 5c giran alrededor del eje horizontal 7a de un cubo central 7.
- Tradicionalmente, el cubo 7 está montado a su vez giratorio alrededor de un eje vertical 7b con
- 15 respecto al mástil 3, para orientarse lo mejor posible en relación con el viento.
- Cada pala y en particular la pala 5c de la figura 2 puede girar algunos grados o decenas de grados
- 20 alrededor de su eje de alargamiento 50c, con respecto al cubo de rotor 7, de manera que atrape lo mejor posible el viento.
- En la figura 3, se encuentra en 50c el eje de la pala 5c y en 7 el cubo de rotor.
- La orientación angular preferida de cada pala, como la pala 5c, genera en particular unos esfuerzos
- 25 radiales importantes, así como unos momentos de flexión elevados.
- El cojinete 9 ilustrado en la figura 3 comprende dos series de rodamientos en forma de toneles 11a, 11b, repartidos según dos anillos escalonados en paralelo al eje 50c e interpuestos entre un anillo exterior 13 y un anillo interior 15.
- 30 Se llama rodamiento en forma de tonel a lo que así se llama en los documentos FR-A-2 774 315 o FR-A-2 263 416. Puede tratarse de rodamientos de agujas.
- Los rodamientos presentan, según su eje de rotación, respectivamente 112a, 112b, una anchura An
- 35 entre sus dos extremos planos que puede ser superior a su diámetro máximo D en el centro, en la parte superior de su superficie exterior abombada. Esta superficie exterior de asiento es tradicionalmente circular, en sección como en la figura 3. Sin embargo, puede tener varios radios unidos. El radio medio de esta superficie exterior de rodamiento es tradicionalmente más de 10, e incluso 20, veces superior al diámetro D.
- 40 El anillo exterior 13 es de una sola pieza. El anillo interior 15 comprende al menos dos partes. Estas, 15a, 15b, están separadas a lo largo de una línea de conexión 4 situada en el punto en el que el anillo 15 de menor diámetro (radialmente el anillo interior) presenta una parte central adelgazada 6a situada, en paralelo al eje 50c, entre un primer resalte radial 6b y un segundo resalte radial 6c de sujeción para los rodamientos 11a, 11b.
- 45 En correspondencia, el anillo exterior 13 presenta, entre los dos pisos de estos rodamientos, un tercer resalte radial intermedio 8a.
- Para sujetar los rodamientos en forma de tonel, tanto el tercer resalte 8a como el primer resalte 6b y el
- 50 segundo resalte 6c presentan cada uno, en el plano de corte 10 de esta figura (que es la misma en las otras figuras vistas en sección), unas superficies de asiento cóncavas, como 80a, 80b para el tercer resalte 8a; e incluso también unas superficies de asiento cóncavas 60b, 60c para el primer resalte radial 6b y el segundo resalte radial 6c.
- 55 Estas superficies de asiento cóncavas de las pistas de rodamiento para los rodillos en forma de tonel son unos toros o toroidales o dicho de otro modo "asféricos".
- Todas estas superficies son complementarias de las superficies convexas de rodamiento de las dos series 11a, 11b.
- 60 De forma favorable, estas determinarán por lo tanto unas pistas con superficie de asiento en forma de barril, o tonel. En la figura 3, como en las demás figuras en sección, las superficies de asiento tienen una curvatura constante en contacto con los rodamientos y definen, con estos, unas porciones de esfera (véase 80a, 80b; 60b, 60c).

- Los ejes de rotación, respectivamente 112a y 112b, de los dos rodamientos en forma de tonel ilustrados en la figura 3, que definen por lo tanto una orientación permanente de rotación transversal de los rodillos, con respecto al eje 50c, cooperan en el punto de la parte intermedia 6a de menor espesor del anillo interior 15, lo que es favorable a los montajes, desmontajes y resistencia a los esfuerzos, en particular radiales, más aun cuando es el anillo interior 15 el que está en varias partes, estando la zona de convergencia 112c de los dos ejes de rotación situados junto a la superficie de conexión 4. En esta figura, como en las demás, el ángulo común de inclinación β de los ejes de rotación es aquí entre 15° y 70° con respecto a una paralela al eje 50c, y de preferencia entre 20° y 45° .
- A ambos lados de los rodamientos, los anillos 13, 15 se fijan respectivamente al cubo de rotor 7 y a la pala 5c.
- Los pernos, con o sin cabeza, respectivamente 27 y 25, garantizan las fijaciones citadas con anterioridad, en paralelo al eje 50c, a dos distancias radiales diferentes de este eje, según la dirección 21.
- La varilla roscada con caras de apriete de cada medio de fijación 27 coopera con una tuerca 27a; lo mismo sucede para la tuerca de apriete 25a del medio de fijación 25, excepto en que el otro extremo roscado 25a se atornilla directamente en el cuerpo del encastre de la pala 5c.
- De este modo, las tuercas 25b, 27b son accesibles por el interior hueco 31 del cubo de rotor 7.
- En la figura 4, se ve una solución a priori mecánicamente menos favorable en la que el anillo interior 151 es de una sola pieza, mientras que el anillo exterior 131 está en dos partes 131a, 131b, con la separación radial 131c entre los dos pisos de rodamientos en forma de tonel 11a, 11b cuyos ejes de rotación 110a, 110b cooperan ahora hacia el exterior, en el lado del anillo 13, sustancialmente a la altura de dicho plano de conexión 131c.
- Para el resto, encontramos esencialmente las características presentadas en relación con la figura 3.
- En la figura 5, el cojinete comprende un anillo exterior 131 en dos partes, un anillo interior 15 también en dos partes y un anillo intermedio 19. Los tres anillos son concéntricos con respecto al eje 50c; véase la figura 7. En esta figura (como por otra parte en las siguientes) hay, por lo tanto, un anillo adicional con respecto a las soluciones anteriores.
- Por las mismas razones que anteriormente relativas al anillo 13 en varias partes, se prefiere la solución de la figura 6.
- La pala de aerogenerador 5c presenta un diámetro ligeramente más importante que en el caso de las figuras 3 y 4.
- Los diámetros, con respecto al eje 50c, donde se fijan estos anillos son diferentes entre sí; véase d_{12} , d_{13} , d_{14} en la figura 7 donde se han ilustrado, por otra parte, estas fijaciones: en cada paso P, se encuentra para cada anillo una fijación bien en la pala, bien en el cubo, y con el mismo diámetro. Este principio se aplica a los demás casos, en particular en la figura 8 y siguientes. En la figura 7 no se muestran los rodamientos.
- En la figura 5, el anillo intermedio 19 se atornilla dentro del encastre de la pala 5c, mientras que los dos anillos extremos 15, 131 se fijan directamente sobre la parte de unión 51 estrechamente unida al cubo de rotor 70, aquí todo en paralelo al eje de alargamiento 50c de la pala 5c.
- Esta parte de unión 51 se integra de una sola pieza con el cubo de rotor 70 que esta extiende, en sección a la manera de una T cuyo trazo vertical prolonga axialmente (en paralelo al eje 50c) el cuerpo del cubo de rotor y cuya barra recibe por un lado, 51a, la fijación apretada de los medios de fijación 27 y, por el otro, 51b, la fijación apretada de los pernos de fijación 49 los cuales desembocan, por lo tanto, por un lado en el volumen interior hueco 310 del cubo de rotor 70 y, en el extremo axial opuesto, frente al volumen interior 500d de la pala 5c cuyo diámetro interior es ligeramente superior al de la pala de las figuras 3 y 4.
- Frente a los medios (aquí pernos) de fijación 53 por los cuales el anillo intermedio 19 se fija dentro del encastre de la pala 5c, la parte de unión 51 presenta una superficie 510 cóncava. De este modo, la cabeza de apriete allen 55 de cada varilla roscada se aloja dentro de una cámara cerrada.

Los rodamientos en forma de tonel están aquí repartidos en dos series de doble rodamientos escalonados con, en un primer diámetro medio d15, dos pisos 111a, 111b separados axialmente y, en un segundo diámetro medio d16, otros dos pisos 110a, 110b separados axialmente la misma distancia.

5

En cada diámetro d15 o d16, estos rodamientos en forma de tonel tienen sus ejes de rotación que cooperan en una zona de los anillos extremos 15, 131, cerca de los planos de conexión intermedios, respectivamente 4 y 131c.

10

Se prefiere la solución de la figura 6 por que en particular los ejes de rotación de los mismos rodamientos en forma de tonel 110a, 110b; 111a, 111b convergen todos, de preferencia, en grupos de dos como se ilustra, hacia una zona central, aquí el (o cerca del) plano de conexión intermedio 190c donde se juntan las dos partes constitutivas 190a, 190b del anillo intermedio 190, siendo por tanto monobloque los anillos radialmente extremos 13, 151. Esta disposición "en X" de los ejes de rotación se encuentra en las figuras 8 y 10 y podría encontrarse de forma favorable en la figura 9.

15

En esta figura 6, las fijaciones en el cubo de rotor y en la pala podrían ser como en la figura 5; sin embargo, se preferirá realizarlas como en las figuras 8, 9 o 10.

20

En la figura 6, hay que señalar también que el anillo exterior 13 más alejado del eje de la pala podría presentar radialmente un espesor mayor, como e1, hacia su extremo 13a más cercano a la pala (véase la referencia 5c), mientras que hacia su extremo 13b más cercano al cubo de rotor (véase la referencia 7) este espesor se reducirá a e2.

25

De este modo, este anillo 13 podría tener una superficie periférica exterior 13c con una generatriz no paralela, o que no continúa paralela, al eje de la pala. En líneas discontinuas, se ve la pared 13c transversal con respecto al eje de pala. Podría tratarse de un escalón o de un resalte cercano al extremo 130a y que aumenta el espesor de e2 a e1. De preferencia, este incremento de espesor radial sería de al menos un 20 %.

30

En las figuras 8, 9 y 10, las partes constitutivas 190a, 190b del anillo intermedio 190 se fijan directamente sobre el cubo de rotor 7, mientras que el anillo exterior 13 y el anillo interior 151, monobloque, se fijan en la pala de rotor 5c, por medio de una pieza de unión 23.

35

Según una dirección general paralela al eje 50c, la pieza de unión 23 garantiza, aquí en relación con la pala 5c, la fijación directa en esta pala del anillo interior 151, a través de los medios de fijación 25, mientras que la fijación en la pala del anillo exterior 13 solo es indirecta, puesto que esta se fija sobre la pieza de unión 23 (y no sobre la pala), mediante los medios de fijación 27. Estas fijaciones garantizan, por lo tanto, a través de la pieza 23, al menos un paso de esfuerzos común a los dos anillos 13, 151.

40

Radialmente (dirección 21), el primer anillo 13 se encuentra más allá de la pala. De este modo, sus medios axiales de fijación 27, aquí unos pernos, desembocan en el exterior, en dos extremos axiales opuestos del anillo y aquí son fácilmente accesibles, bien por la cabeza allen de apriete 27a, o bien por la tuerca.

45

Los medios de fijación 25, que se sitúan por lo tanto en un diámetro inferior, comprenden también cada uno una varilla roscada accesible desde su extremo de apriete que lleva aquí una tuerca 25b y que desemboca frente al volumen interior hueco 31 del cubo de rotor 7.

50

Se comprueba que este volumen 31 comunica axialmente con el volumen interior hueco 500c de la pala aquí ilustrada, a través de los volúmenes interiores intermedios sucesivamente del anillo interior 151 y de la pieza de unión 23 interpuesta, en paralelo al eje 50c, entre los anillos 13, 151 y la pala contra la cual esta pieza se apoya.

55

En su otro extremo axial, la varilla roscada 25 se atornilla en el cuerpo de la pala.

Entres estos extremos, la varilla 25, en su parte no roscada, atraviesa el segundo anillo 151 y la pieza de unión 23.

60

En cuanto a los medios 29 de fijación del primer anillo 190, estos desembocan, en un extremo, dentro del volumen 31 (tuerca 29b) y, en el otro (cabeza de varilla allen 29a), dentro de una cámara interior 33 limitada radialmente por las paredes respectivamente exterior e interior, cilíndricas de los dos anillos 13, 151 y, axialmente, en un extremo por la pared plana de la parte de anillo 190b donde se

ES 2 616 288 T3

apoya la cabeza 29a, y en el otro extremo por una superficie cóncava 230 de la pieza de unión 23.

El extremo de apriete del perno 29, que desemboca en 33, queda bloqueada en rotación por unos abultamientos de retención 35 fijados en la parte 190a o a la pieza de unión 23.

5

De este modo, el anillo 190 se fija sobre el cubo 7 y su apriete, aquí paralelo al eje 50c, puede operarse desde el volumen interior 31.

10

En las figuras 8 a 10, se observa también que la superficie periférica exterior 13a del anillo exterior 13 queda retenida al menos radialmente al eje 50c por un elemento de retención 231 unido mecánicamente a la pieza de unión 23, para contrarrestar un esfuerzo radial F que intenta separar entre sí a algunos al menos de dichos anillos y/o de desviar en particular al anillo 13, durante la rotación de la pala o, de manera más general, durante el funcionamiento del aerogenerador.

15

Aquí, la parte de retención 231 está estrechamente unida a la pieza de unión 23 en la cual está integrada y a la que prolonga a la manera de un resalte sobre el cual se apoya radialmente la superficie periférica 13a.

20

En una eventual alternativa, también se podría imaginar, en una solución a priori degradada, que el cubo de rotor 7 presentaría un abultamiento radial 71 provisto de un resalte 700 que se apoya radialmente contra dicha superficie exterior 13a, hacia su extremo más cercano del cubo.

25

Eventualmente, este resalte 700 podría incluso pertenecer a una pieza de unión 800 (líneas discontinuas en la figura 8) interpuesta entre el cubo 7 y el anillo 190 y que atravesarían los medios 29 para fijarse en el cubo.

Entre el anillo intermedio 190 y respectivamente los anillos extremos 13, 151, se sitúan las citadas series de rodamientos en forma de tonel. Solo se ven sus ubicaciones de recepción.

30

Dado que es en la figura 9 donde el diámetro de pala es más reducido, se ha previsto una disposición como en la figura 5 de los cuatro rodamientos ilustrados, mientras que, en otras partes, es la solución a priori más sólida de la figura 6 la que se prefiere.

35

En la figura 9, para su unión con la pala, la pieza de unión 23 presenta, frente al volumen interior 150 del anillo 151, una parte maciza 233 provista de unos orificios 41 situados a una distancia radial del eje 50c inferior a todas las distancias citadas con anterioridad. Estos orificios están cada uno atravesados por uno de los varios cuartos medios de fijación 43 que fijan, sola, la pieza anular de unión 23 directamente en la pala 5c, mientras que tanto el anillo exterior 13 como el segundo anillo 151 se fijan cada uno únicamente en esta pieza de unión 23, en dos distancias radiales diferentes.

40

Estos medios de fijación 43, aquí de nuevo unos tornillos, desembocan por un lado en el volumen 150 y se atornillan por el otro dentro del encastre de la pala.

45

De este modo, los esfuerzos que recorren los dos anillos extremos 13, 151 van a pasar a la pieza de unión 23 y a transmitirse a la pala 5c mediante estos medios 43.

50

En la figura 10, en una versión en la que el diámetro de las palas, y en particular de la pala 5c, es más importante que en la figura 8, la fijación en esta pala a través de la pieza de unión 23 se opera con el anillo exterior 13, sustituyendo al anillo interior 151.

Para una fijación paralela al eje 50c, de este modo se invierten en cierta forma los medios de fijación 25 y 27.

55

En las versiones preferidas de las figuras 8 a 10, la pieza 23 y los anillos 13, 151 no están perforados.

Estas soluciones con tres anillos concéntricos son perfectas para los grandes aerogeneradores. Por otra parte, se podrían considerar eventuales aplicaciones de todas o parte de las soluciones aquí propuestas en particular para grúas de grandes dimensiones. Se pueden considerar otras aplicaciones en instalaciones de gran tamaño, tipo perforadora o con una gran torreta que soportan unos esfuerzos importantes.

60

REIVINDICACIONES

1. Cojinete giratorio de servomotor para una pala de un cubo de rotor de aerogenerador, presentando la pala un eje y comprendiendo el cojinete:
- 5
- un primer anillo y un segundo anillo de rodamiento (13, 15, 19, 131, 151, 190) que se extienden a dos distancias radiales diferentes con respecto al eje (50c) de la pala, para girar de forma relativa entre sí alrededor de este eje,
 - al menos dos series de rodamientos (11a, 11b, 110a, 110b, 111a, 111b) con unas superficies de asiento convexas que cooperan con las, cóncavas, de las pistas (60b, 60c, 80a, 80b) de recepción de estos rodamientos, escalonadas en dos niveles diferentes según una dirección paralela al eje (50c), estando dichos rodamientos de cada una de las series de rodamiento dispuestos, según un plano radial al eje (50c) de la pala, entre el primer anillo y el segundo anillo,
 - unos primeros medios (27) de fijación del primer anillo (13, 131) sobre el cubo de rotor,
 - unos segundos medios (25) de fijación del segundo anillo (15, 151) sobre la pala (5c),
 - estando uno al menos de los anillos separado en al menos dos partes (15a, 15b, 131a, 131b) según una superficie transversal al eje de la pala, para el montaje y/o el desmontaje de los rodamientos,
- 10
- 20 caracterizado por que dichas al menos dos series de rodamientos son unas series de rodamientos en forma de tonel (11a, 11b, 110a, 110b, 111a, 111b) y los ejes de rotación (112a, 112b) de las al menos dos series de rodamientos cooperan entre los pisos, dichos rodamientos presentan cada uno:
- un eje de rotación (112a, 112b...) orientado en todo momento de forma oblicua (i) con respecto al eje (50c) de la pala,
 - y, según este eje de rotación, una longitud (L) entre dos extremos planos de dicho rodamiento.
- 25
- 30 2. Cojinete de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el ángulo común de inclinación (i) de los ejes de rotación de dichos rodamientos con respecto a una paralela al eje (50c) de la pala está comprendido entre 15° y 70°.
3. Cojinete de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que las superficies de asiento cóncavas de las pistas de rodamiento son toroidales, esféricas.
- 35 4. Cojinete de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dichas superficies cóncavas de recepción de los rodamientos en forma de tonel son unos toros.
5. Cojinete de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que, según unas direcciones paralelas al eje de la pala:
- 40
- la separación entre las dos partes (15a, 15b, 131a, 131b) del anillo considerado está situada entre los dos pisos de las series de rodamientos,
 - el anillo (15) en al menos dos partes presente, respectivamente en una y otra de estas partes (15a, 15b, 131a, 131b), un primer resalte radial (6b) y un segundo resalte radial (6c) de sujeción para las dos series correspondientes de rodamientos, presentando estos resaltes cada uno, según una sección que contiene el eje de la pala y que pasa por uno de dichos rodamientos en cada piso, una denominada superficie de asiento cóncava (60b, 60c) que coopera con dicha superficie convexa de estos rodamientos, conectándose este primer resalte y este segundo resalte con una parte central adelgazada (6a) en la que se sitúa la separación (4) en dos partes del anillo, entre los dos pisos de dichas series de rodamientos,
 - y el otro anillo (13) presenta, entre (los) dos pisos de las series de rodamientos (110a, 110b, 111a, 111b), un tercer resalte intermedio radial (8a) que presenta, según dicha sección de paso, dos denominadas superficies de asiento cóncavas (80a, 80b) que cooperan con dicha superficie convexa de estos rodamientos, para completar su sujeción.
- 45
- 50
- 55 6. Cojinete de acuerdo con la reivindicación 1 y la reivindicación 5, caracterizado por que dichos ejes de rotación que cooperan se cruzan en una zona de la parte intermedia de menor espesor (8a) de dicho anillo separado en al menos dos partes (15a, 15b, 131a, 131b).
- 60 7. Cojinete de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el primer anillo y el segundo anillo se fijan directamente sobre, o dentro de, uno el cubo de rotor y el otro la pala.
8. Cojinete de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que:

- radialmente al eje (50c) de la pala, el segundo anillo presenta un diámetro exterior inferior al diámetro interior del primer anillo,
- dicho segundo anillo (15) es el que está separado en al menos dos partes (15a, 15b),
- 5 - este segundo anillo se fija sobre la pala (5c), por medio de segundos medios de fijación (25) que atraviesan dichas al menos dos partes del anillo,
- el primer anillo (13) se fija sobre el cubo mediante unos primeros medios (27) de fijación situados a una distancia radial del eje de la pala superior a la de dichos segundos medios de fijación,
- 10 - y los ejes de rotación de las dos series de rodamientos en forma de tonel cooperan hacia el segundo anillo (15).

9. Cojinete de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende, además:

- 15 - un anillo adicional de rodamiento (15, 151; 13, 131) situado, radialmente al eje de la pala, en el interior o alrededor del primer anillo de rodamiento y del segundo anillo de rodamiento, estando este anillo adicional de rodamiento fijado en el cubo de rotor (70),
- y una parte de unión (23) interpuesta entre el cubo de rotor (70), al cual esta parte de unión está unida, y a la vez este otro anillo y dicho primer anillo (13, 131 o 15, 151), y que se extiende,
- 20 radialmente al eje de la pala, enfrentada a estos, estando dicho anillo adicional y dicho primer anillo fijados juntos sobre esta parte de unión (23).

10. Cojinete de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado por que:

- 25 - dicho primer anillo (13, 131 o 15, 151) y dicho anillo adicional se fijan juntos sobre la parte de unión (51) mediante los primeros medios de fijación (27, 49) y unos terceros medios de fijación (49, 27), respectivamente, y
- el primer medio de fijación (27) y el segundo medio de fijación (53) están dispuestos, juntos, respectivamente sobre el primer anillo y el segundo anillo (13, 131, 19, 190), a una distancia radial con respecto al eje de la pala que es diferente de la que separa de este eje a dichos terceros
- 30 medios de fijación (49, 27).

11. Cojinete de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, caracterizado por que:

- 35 - el cubo de rotor (70) presenta un eje paralelo al de la pala,
- y, según una sección radial paralela al eje del cubo, dicha parte de unión (51) define una prolongación en forma de T integrada en el cubo de rotor y cuya barra (51a, 51b) recibe las fijaciones entre esta parte de unión y, por una parte, el primer anillo (13, 190) y, por otra parte,
- 40 dicho anillo adicional de rodamiento (15, 131, 151).

12. Cojinete de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que comprende, además:

- 45 - un anillo adicional de rodamiento (151 o 13) situado, radialmente en el eje de la pala, en el interior o alrededor del primer anillo de rodamiento y del segundo anillo de rodamiento, estando este anillo adicional de rodamiento fijado a la pala (5c), y
- una pieza de unión (23) interpuesta entre la pala y dicho anillo adicional (13) y dicho segundo anillo (151), y que se extiende, según una dirección radial al eje de la pala, enfrentada a este anillo adicional y a este segundo anillo, de los cuales al menos uno se fija sobre esta pieza de unión (23)
- 50 sin fijarse sobre la pala (5c) a la cual se fija sin embargo por medio de esta pieza de unión.

- 13. Cojinete de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizado por que, según un plano radial al eje de la pala, dicho anillo adicional (13) y dicho segundo anillo (151) y la pala (5c) están unidos juntos mediante una unión única (25, 43) por la cual pasa una parte al menos de los esfuerzos que se ejercen a la vez sobre este anillo adicional y este segundo anillo, y que no es, por lo tanto, específico de ninguno de estos anillos.
- 55

- 14. Cojinete de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 o 12, caracterizado por que comprende además un elemento o una parte de retención (231, 700) que está unido mecánicamente a la pieza de unión (23, 800) o al cubo de rotor (7, 70), quedando retenido al menos radialmente al eje de la pala por uno u otro, y que, según una dirección radial a este eje de pala, bordea una superficie periférica exterior (13a) de aquel de dichos anillos que está radialmente más alejado del eje de la pala, para contrarrestar un esfuerzo radial que tiende a separar uno de otro algunos al menos de dichos anillos y/o a desviar este anillo (13, 131) radialmente más alejado del eje de la pala, durante la
- 60

rotación de la pala.

- 5 15. Cojinete de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por que aquel de dichos anillos (13, 131), que está radialmente más alejado del eje de la pala, presenta radialmente un espesor (e1) más importante hacia su extremo más cercano a la pala que hacia su extremo más cercano al cubo de rotor, presentando este anillo por consiguiente una superficie periférica exterior (13c) que tiene una generatriz no paralela o no continuamente paralela al eje de la pala.
- 10 16. Aerogenerador que comprende al menos un cojinete de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, interpuesto entre, y unido a, una pala y un cubo de rotor de este aerogenerador.

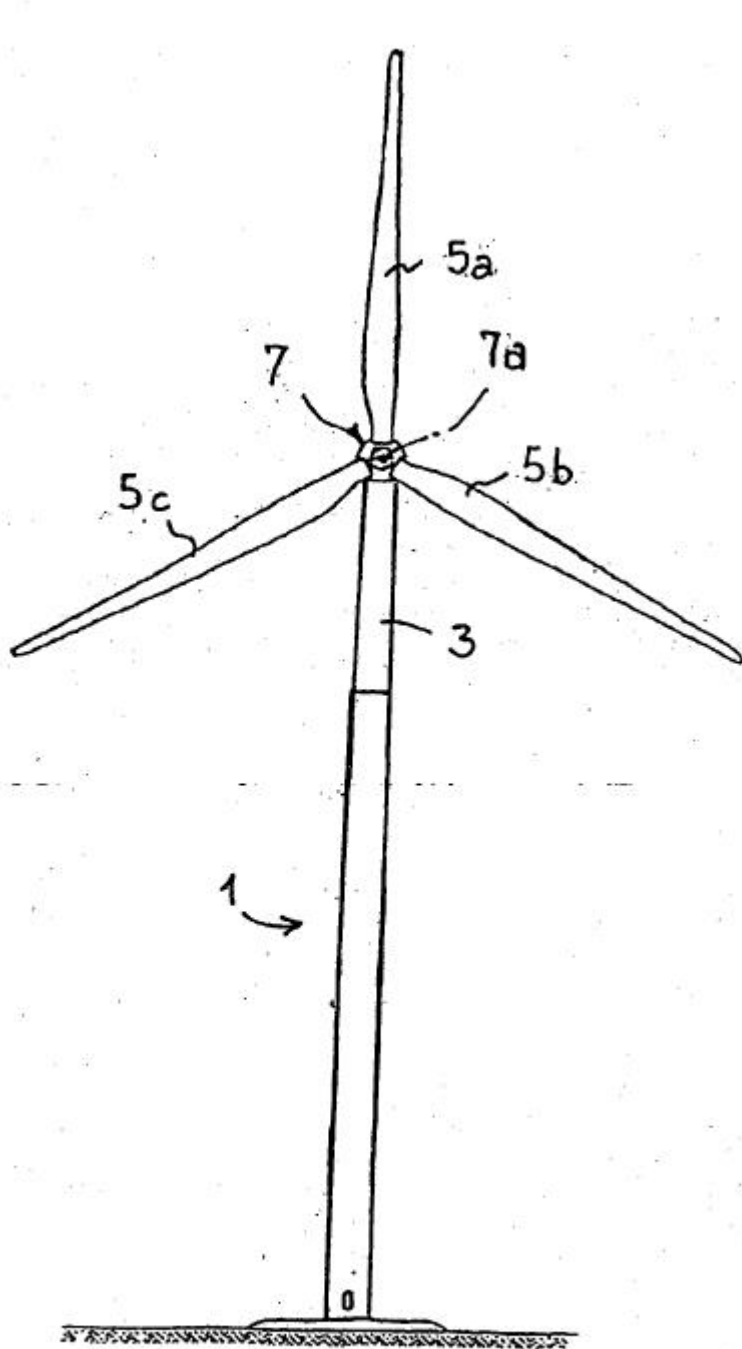


FIG. 1

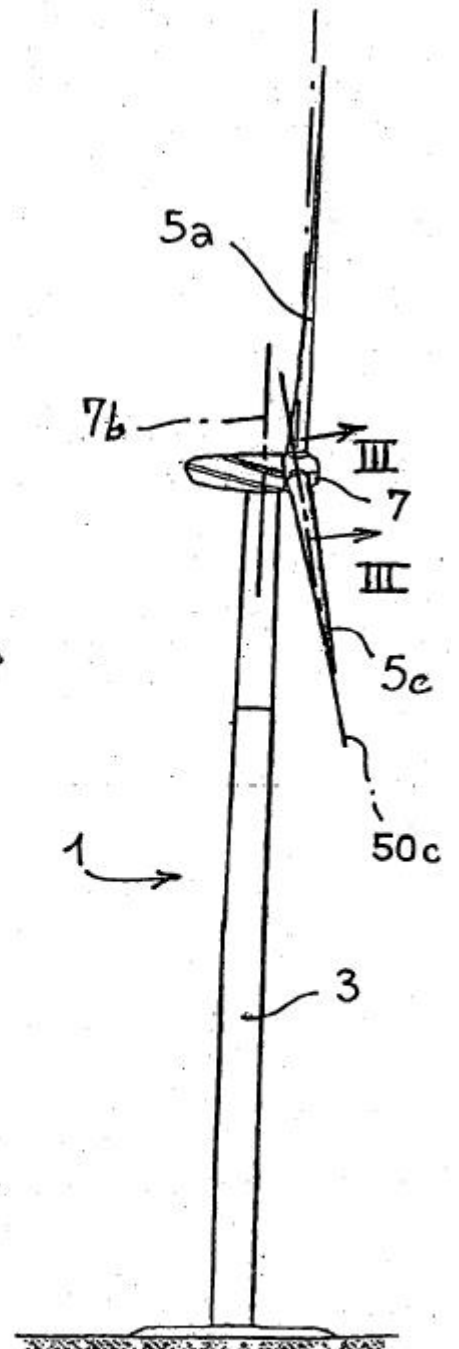
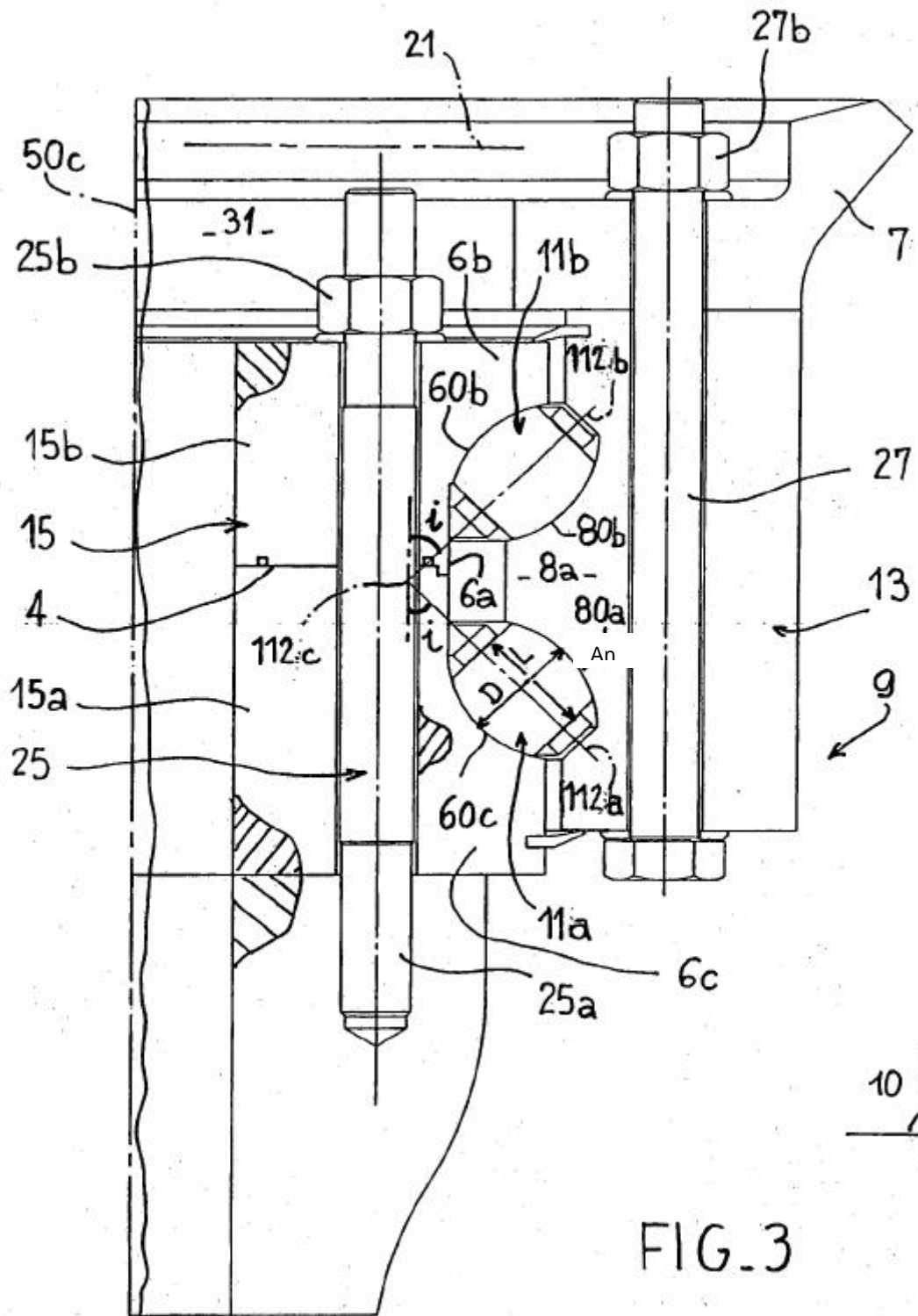


FIG. 2



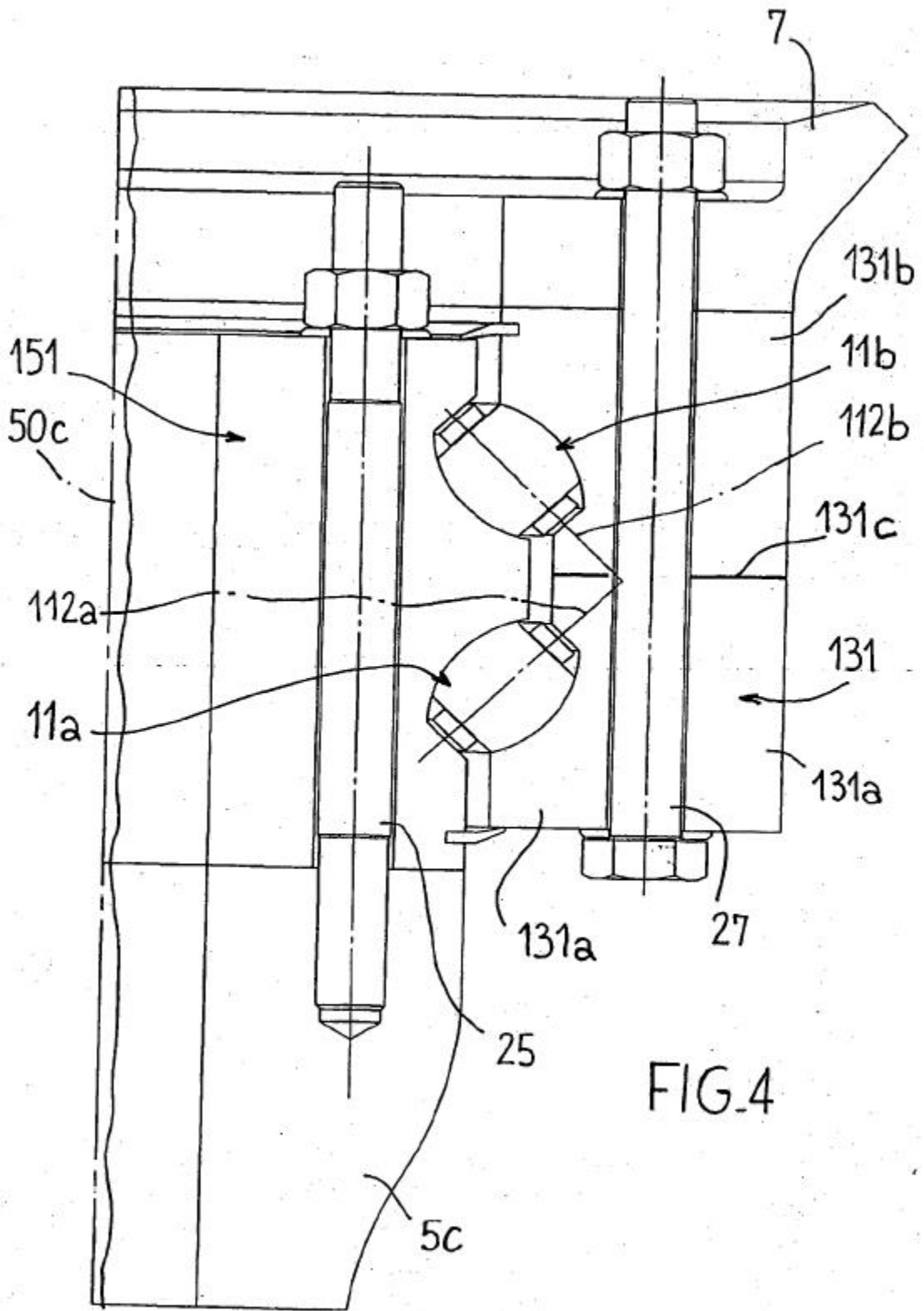


FIG. 4

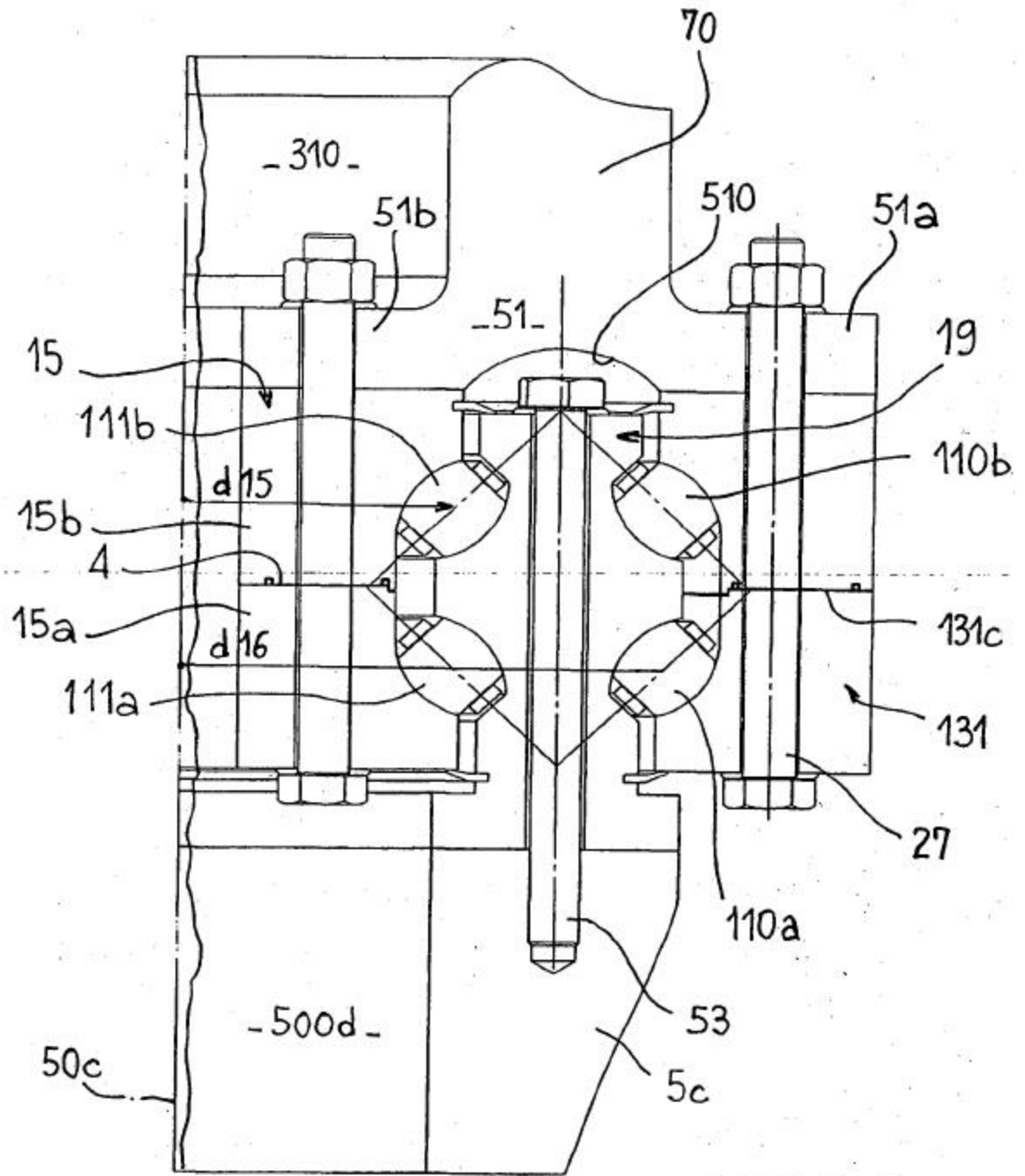
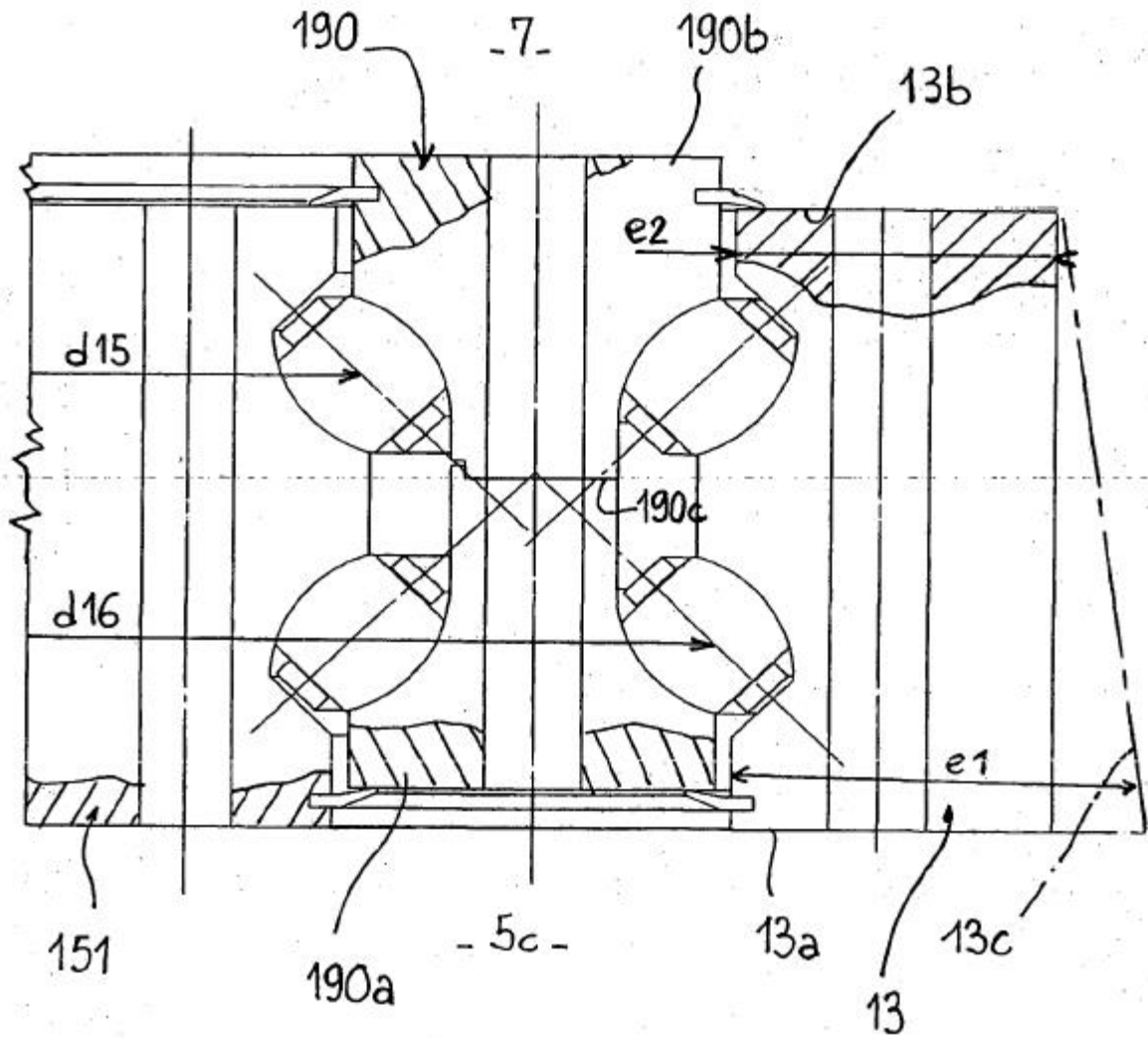


FIG. 5



↑ VII

FIG. 6

FIG. 7

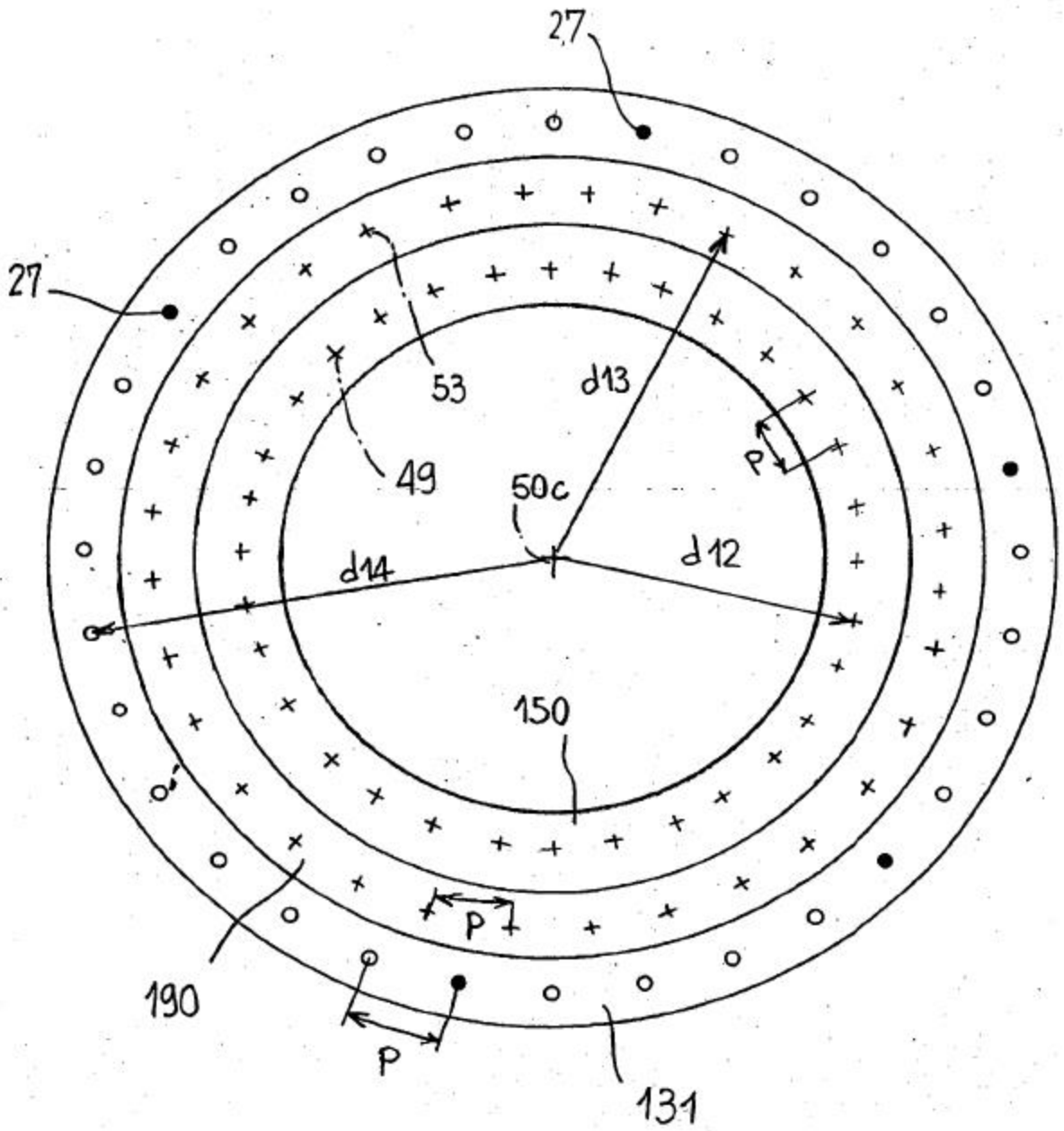
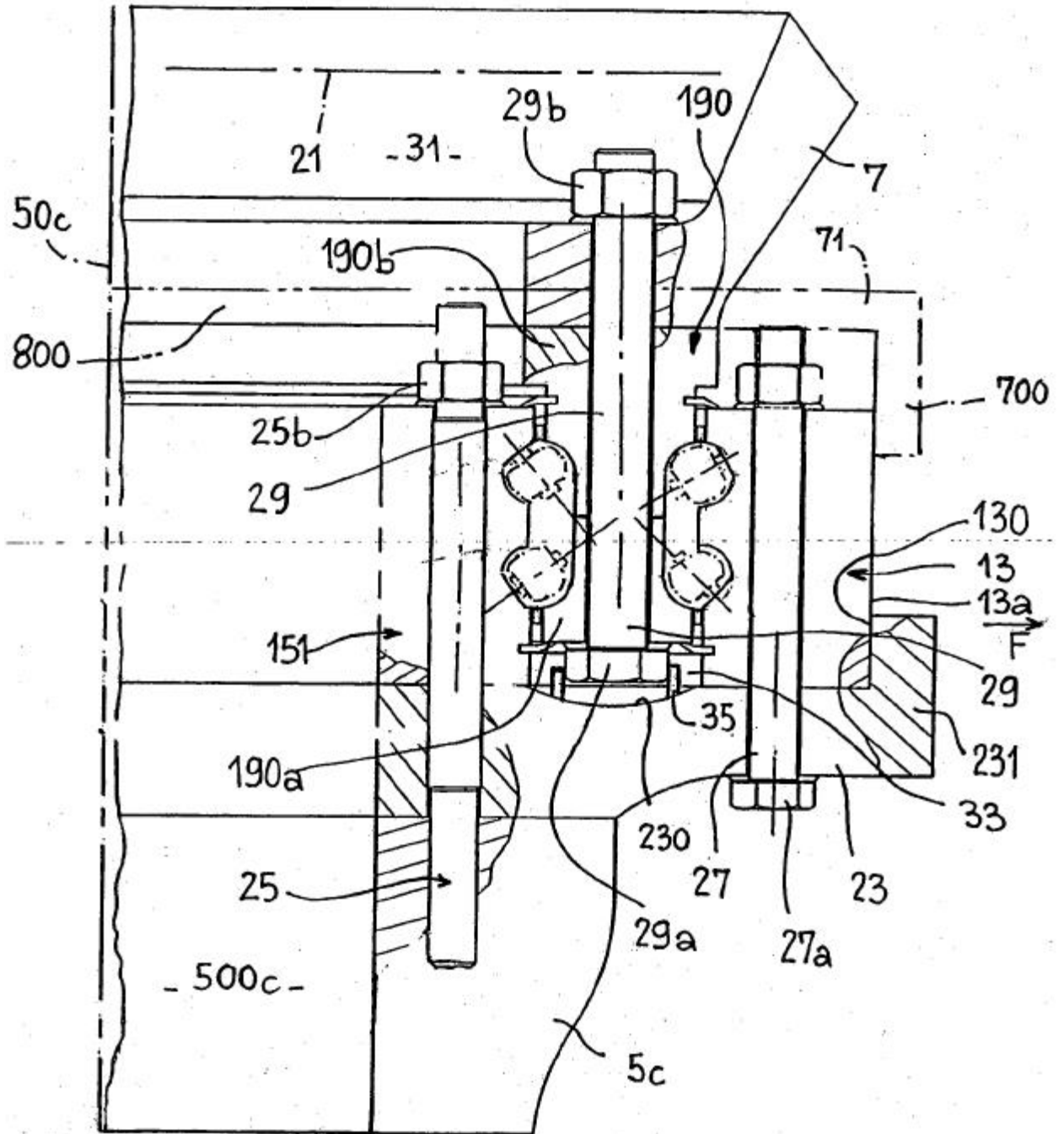


FIG. 8



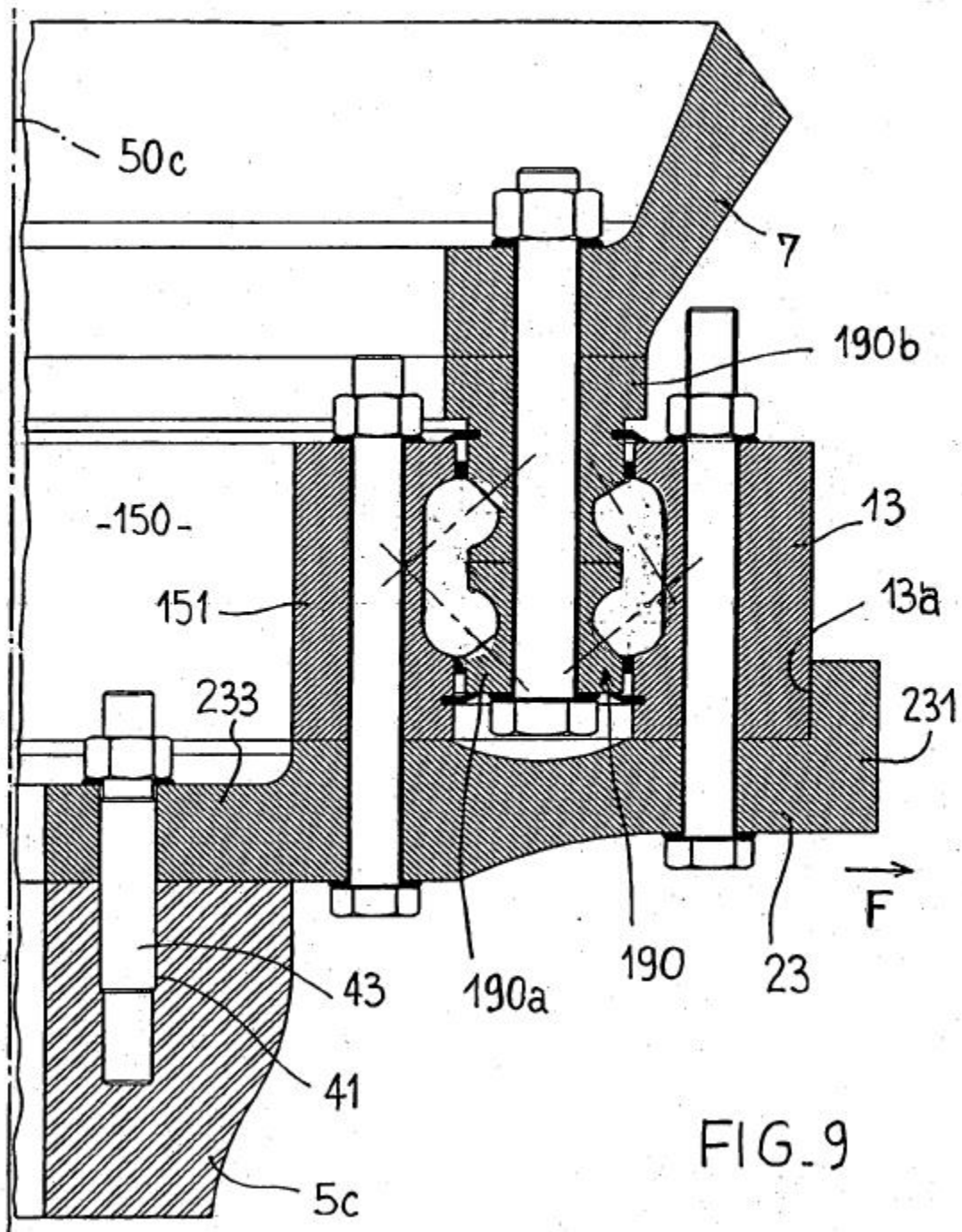


FIG. 10

