

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 727 949**

51 Int. Cl.:

F16F 15/08 (2006.01)

F16F 1/40 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)

F03D 80/70 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.09.2013 PCT/EP2013/002688**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.03.2014 WO14040715**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.09.2013 E 13776715 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019 EP 2895768**

54 Título: **Cojinete oscilante elástico**

30 Prioridad:

13.09.2012 EP 12006429

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

21.10.2019

73 Titular/es:

**ESM ENERGIE- UND SCHWINGUNGSTECHNIK
MITSCH GMBH (100.0%)**

**Energiestrasse 1
64646 Heppenheim, DE**

72 Inventor/es:

**MITSCH, FRANZ;
GLANZNER, SEBASTIAN y
HANUS, KARL-HEINZ**

74 Agente/Representante:

ILLESCAS TABOADA, Manuel

ES 2 727 949 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 oscilante elástico

La invención se refiere a un cojinete oscilante, que está construido de elementos de resorte multicapa elásticos, en particular cónicos pero también cilíndricos o elipsoides, que pueden ser modificados opcionalmente, mediante dispositivos hidráulicos, en su comportamiento de rigidez y están dispuestos constructivamente en la región del alojamiento de rotor o eje principal del aerogenerador. De este modo, los cojinetes de este tipo son adecuados, tanto para el ajuste de las palas del rotor, como para la reducción de fuerzas no deseadas transmitidas por las palas del rotor al aerogenerador. Los cojinetes oscilantes según la invención son adecuados para su uso en aerogeneradores con rotor de una, dos o múltiples palas, preferentemente en aerogeneradores accionados por un rotor de dos palas. Sin embargo, los cojinetes oscilantes según la invención también son adecuados para uso en acoplamientos y grupos propulsores de barcos y helicópteros.

En aerogeneradores, en particular aquellos que usan rotores de 2 palas en lugar de los rotores de 3 palas habituales, se usan con frecuencia cojinetes oscilantes para reducir o eliminar las fuerzas y los momentos de las cargas por viento en el tren de accionamiento. Mientras que los momentos de inercia desiguales causados por la acción del viento son fáciles de controlar en los sistemas con rotores de tres palas debido a la distribución geométrica uniforme de las palas del rotor y solo aparecen en situaciones extremas, este problema es omnipresente en el caso de aerogeneradores con rotores de dos palas.

La figura 1 muestra esquemáticamente como pueden actuar cargas de viento correspondientes dichos aerogeneradores. Así, por ejemplo, la fuerza del viento puede ser significativamente más grande en una pala del rotor que en la otra pala opuesta, lo cual no es raro cuando las palas del rotor, de aerogeneradores grandes con torres altas y diámetros del rotor grandes, pasan a través de la vertical, dado que el viento sopla la mayoría de las veces más intensamente a mayor altitud que cerca del suelo (fig. 1, imagen izquierda). Sin embargo, también aparecen fácilmente fuerzas de viento desiguales en el sistema de rotor de dos palas si el viento sopla lateralmente y el rotor atraviesa precisamente la horizontal (fig. 1, imagen derecha). En ambos casos, se producen momentos de inercia distribuidos de forma desigual, que se transmiten inevitablemente a la torre y al aerogenerador en su conjunto y por consiguiente pueden conducir a una vida útil reducida de los componentes individuales o incluso a daños espontáneos.

Según el estado de la técnica, para un problema de este tipo, se usan a menudo cojinetes cónicos dispuestos de manera correspondiente, que actúan como cojinetes oscilantes, en la región del eje principal y del sistema de rotor, en donde las cargas de viento que actúan de manera desigual o indirectamente en las palas del rotor, se reducen por la flexibilidad y elasticidad del cojinete bajo carga.

El documento EP2 003 362 se considera como el estado de la técnica más próximo.

Debido a los objetivos descritos y las funciones requeridas, cojinetes cónicos grandes se usan habitualmente como cojinetes oscilantes. Sin embargo, como los aerogeneradores son cada vez más grandes, es cada vez más difícil vulcanizar y fabricar tales cojinetes cónicos grandes en una sola pieza. Además, es costoso y difícil pretensar estos cojinetes cónicos grandes. Además, el reemplazo de un cojinete cónico tan grande y pesado, cuando es necesario, es muy complicado, ya que, generalmente, el alojamiento de rotor tiene que ser fijado en primer lugar, para que el cojinete cónico pueda ser retirado. Además, no es fácil modificar o variar el ángulo cónico de un cojinete de este tipo a fin de obtener más flexibilidad con respecto al diseño constructivo global del sistema y a los posibles efectos del viento que aparecen. Además, al intercambiar estos cojinetes y sustituirlos por cojinetes con diferente ángulo cónico, se deben fabricar y proporcionar generalmente otras herramientas de vulcanización adaptadas de manera apropiada.

El objetivo era, por tanto, proporcionar un cojinete para los fines descritos, en particular para el uso en aerogeneradores y, preferentemente, para el uso en aerogeneradores con rotores de dos palas, que no presenta las propiedades desfavorables de las soluciones técnicas anteriores para este problema, y además posibilita todavía una mayor flexibilidad en la optimización y el ajuste de las palas del rotor, en particular en un sistema de rotor de dos palas.

El objetivo se ha logrado según la invención mediante nuevos cojinetes oscilantes conforme a las reivindicaciones y la descripción siguiente.

Los cojinetes oscilantes según la invención tienen que garantizar las siguientes funciones:

- La habilidad de las palas del rotor (5) para rotar alrededor del eje de oscilación (3)
- Transmisión del momento de accionamiento alrededor del eje del vástago principal (1)
- Absorción de las fuerzas axiales (F1) y las fuerzas radiales (F2 y F3) de las cargas de viento y peso del rotor que aparecen.

La invención se basó en la idea original de usar varios cojinetes que resultan de piezas individuales de un gran cojinete cónico, en lugar de un cojinete cónico completo, conocido en sí y construido de varias capas elásticas. Un cojinete semejante es, así, más sencillo de fabricar, ya que se requiere menos volumen de goma para el proceso de

vulcanización. Debido al menor peso y las menores dimensiones, el manejo de las piezas individuales es mejor. Las piezas individuales se pueden pretensar, así, más fácilmente y con una fracción de la fuerza, en comparación con el gran cojinete cónico completo. El intercambio es más fácil ya que las piezas se pueden quitar y sustituir individualmente sin tener que desmontar completamente el rotor (5) y el alojamiento de rotor (8). Gracias a las piezas individuales se producen ahorros de costes, por ejemplo, por chapas más pequeñas, producción más fácil y menores volúmenes de goma.

Se ha encontrado ahora que incluso se pueden sustituir los segmentos de cono de un gran cojinete cónico, construido originalmente por varias capas elásticas e inelásticas, por elementos elásticos de forma correspondiente, en los que las mismas capas elásticas y no elásticas no son cónicas sino lisas o planas. Sin embargo, una sencilla división del cojinete cónico completo reduce la vida útil de las piezas individuales. A fin de aumentar de nuevo la vida útil, estas piezas individuales se realizan ahora, de acuerdo con la invención, como resortes multicapa redondos. Los resortes multicapa redondos tienen dilataciones más bajas que los resortes rectangulares y tienen más del doble de vida útil. Los resortes multicapa, por consiguiente, planos y preferentemente redondos, deben acomodarse ahora, de acuerdo con la invención, en una geometría modificada que ahora es necesaria en la región del eje principal del rotor, en comparación a un cojinete cónico estándar con capas en forma de cono.

En una forma de realización particular, las capas individuales, elásticas (y no elásticas) preferentemente redondas del resorte multicapa presentan diferentes tamaños, y por lo tanto forman de manera ensamblada un resorte multicapa en forma de cono.

En otras formas de realización adicionales de los resortes multicapa utilizados en el cojinete oscilante según la invención con vida útil mejorada, estos se pueden realizar con otras formas distintas. Sorprendentemente se ha encontrado que los resortes multicapa correspondientes poseen una expectativa de vida de dos a cuatro veces mayor en comparación con los resortes multicapa redondos, con un diseño cilíndrico (cuando se usan como se ha descrito descrito en los cojinetes oscilantes según la invención), si presentan una forma de base elíptica. Los resortes multicapa con forma cónica (que comprenden capas redondas planas) descritos anteriormente muestran, dentro de los cojinetes oscilantes según la invención, una vida útil aumentada respecto a resortes redondos de forma cilíndrica, pero una vida útil más corta respecto a resortes multicapa con una forma de base elíptica. Los tipos de resortes multicapa individuales que se pueden usar en los cojinetes oscilantes según la invención están representados en las figuras 4 a 7.

Los cojinetes oscilantes según la invención se basan en los tipos de resortes multicapa conocidos per se, descritos anteriormente. También es posible utilizar resortes multicapa innovadores, como por ejemplo en el documento WO 2011/088965. Sin embargo, los cojinetes oscilantes según la invención logran su superioridad a partir de estos resortes multicapa en conexión con la geometría especial de los elementos funcionales constructivos en la región del rotor del aerogenerador.

Por tanto, la invención se refiere a un cojinete oscilante (9) que comprende un casquillo interior (10) que puede acomodar el eje o vástago de oscilación (3) para el cojinete oscilante, y un casquillo exterior (11) que lo rodea, que está conectado con el casquillo interior (10) y contiene elementos elásticos tensables (4) en forma de resortes multicapa, que están contruidos con capas elásticas planas y capas intermedias no elásticas planas, en donde los elementos elásticos usados son al menos cuatro, preferiblemente de cuatro a ocho resortes multicapa (4) con una base de forma redonda o elíptica. Dichos elementos elásticos (4) están dispuestos distribuidos en el interior del casquillo exterior (11) de forma radial alrededor del casquillo interior (10) y presentan dispositivos de tensado (12) que tensan el casquillo exterior e interior entre sí a través de los resortes de la capa (4). Por consiguiente, el tensado permite ajustar y modificar independientemente entre sí el espesor de los resortes multicapa elásticos y por consiguiente el pretensado de las regiones respectivas del casquillo interior y del eje de oscilación.

La invención también se refiere a, en particular, un cojinete oscilante correspondiente, en el que dichos resortes multicapa (4) tienen forma de cono, en donde, en una forma de realización particularmente adecuada, las superficies cónicas más anchas de los resortes multicapa (4) están dispuestas hacia la dirección del casquillo interior que lleva el eje de oscilación (3), y las superficies cónicas más estrechas hacia al exterior. Los resortes multicapa en forma de cono usados dentro del cojinete según la invención se deben ver como un buen compromiso entre una vida útil suficientemente elevada y costes de fabricación económicamente aceptables.

La invención se refiere a, en particular, un cojinete oscilante correspondiente, en el que dichos resortes multicapa (4) son elipsoides de forma cilíndrica, ya que aquí, como ya se describió, éstos en conexión con su disposición especial en el cojinete oscilante según la invención se muestran sorprendentemente resistentes en particular al desgaste debido a las fuerzas generalmente grandes que actúan sobre el cojinete. Estos resortes multicapa demuestran ser así particularmente duraderos cuando se usan en los cojinetes según la invención, no obstante, son más complejos y por consiguiente son más caros de fabricar.

Sin embargo, la invención se refiere a un cojinete oscilante correspondiente que presenta resortes multicapa (4) redondos de forma cilíndrica, ya que éstos son muy sencillos y se pueden fabricar de forma más económica. En aerogeneradores en los que no se producen momentos de inercia de masa desigual demasiado grandes, tales cojinetes son los medios a elegir.

Los elementos de resorte multicapa (4) están provistos, según la invención, con dispositivos de tensado (12), que hacen posible que los resortes multicapa se puedan tensar entre el casquillo exterior (11) y el casquillo interior (10), por lo que también se logra un pretensado ajustable. Los dispositivos de sujeción son generalmente conexiones atornilladas o sujeciones con abrazaderas, y están colocados preferentemente en las dos superficies base de los resortes multicapa (4) debido a la disposición geométrica necesaria. Sin embargo, también son posibles otras fijaciones o dispositivos de tensado en otras posiciones en el cojinete oscilante según la invención. Las figuras 8 y 9 muestran una forma de realización del cojinete oscilante (9) según la invención en el estado no tensado (figura 8) y pretensado (figura 9). La invención se refiere a, por consiguiente, un cojinete oscilante correspondiente, en el que cada resorte multicapa está provisto en ambas superficies frontales o superficies base con partes del dispositivo de tensado (12), que están dispuestas con ajuste de precisión entre la pared interior del casquillo exterior (11) y la pared exterior del casquillo interior (10) que lleva el eje de oscilación (3).

Con los resortes multicapa mencionados, el ángulo de inclinación del elemento elastomérico (4) respecto al eje de oscilación puede ser modificado, permitiendo así influir en la rigidez axial y radial del elemento y por consiguiente de todo el cojinete oscilante. La modificación del ángulo de inclinación con respecto al eje de oscilación se puede realizar, por ejemplo, a través de las correspondientes piezas angulares (13). De este modo o gracias a otras medidas se puede ajustar el ángulo (α , β) entre el elemento de resorte multicapa (4) y el eje de oscilación de 0° a 45° , preferentemente entre 0° y 30° .

La posibilidad de no solo pretensar de forma individual los elementos elastoméricos o grupos de elementos elastoméricos, sino también de ajustarlos individualmente en referencia a la inclinación respecto al eje de oscilación (3), proporciona al cojinete oscilante según la invención propiedades que se pueden adaptar de manera flexible a la naturaleza del aerogenerador, la ubicación y las condiciones de viento allí reinantes. En particular, de este modo también se pueden obtener las modificaciones dirigidas de los ángulos de pala de rotor.

Esto incluye no solo la posibilidad de regular individualmente la rigidez del cojinete oscilante de forma mecánica mediante dichos dispositivos de tensado, sino también influir en ella de manera reversible también mediante medios hidráulicos después del pretensado realizado, ajustado de forma mecánica. Para ello uno o varios o todos los elementos de resorte multicapa (4) del cojinete oscilante según la invención presentan un elemento hidráulico (14), en el que se puede introducir a presión un gas compresible o un fluido hidráulico, permitiendo aumentar o si así se desea reducir la rigidez del cojinete o en partes del cojinete. En una forma de realización, el elemento hidráulico (14) es un volumen hueco, en el núcleo del resorte multicapa (4), que puede ser de diferentes tamaños. Todos los tipos de resortes multicapa conocidos hasta ahora se pueden diseñar por consiguiente como resortes multicapa hidráulicos (4). De este modo es posible integrar un ajuste de pala activo en los cojinetes oscilantes según la invención. Los elementos hidráulicos (14) están conectados a líneas hidráulicas (6) y se controlan con una bomba hidráulica interconectada (7). Para realizar un giro de las palas del rotor con la ayuda de los elementos hidráulicos, el líquido se bombea de un resorte (4) al otro, de este modo un resorte (4) se vuelve mayor en volumen y el otro más pequeño. En lugar de una bomba hidráulica (7), es posible también usar para la regulación cilindros de empuje que cargan uno o varios resortes. La regulación hidráulica de la pala gira el alojamiento de rotor (8) completo y por consiguiente una pala del rotor (5) al viento y la otra (en una instalación de rotor de dos palas) fuera del viento. Esta regulación permite reducir aún más las cargas debidas a las condiciones de viento desfavorables. Para esto solo se necesita un ángulo (α , β) relativamente pequeño.

La invención se refiere a, por consiguiente, un cojinete oscilante correspondiente, en el que al menos un resorte multicapa (4) presenta un elemento hidráulico (14) en el que se introduce o extrae a presión un gas o un líquido mediante dispositivos y medios hidráulicos (6, 7), permitiendo modificar la rigidez del cojinete y por consiguiente la regulación de las palas del rotor (5) o el momento de inercia en el aerogenerador. Preferentemente, el elemento hidráulico (14) es un volumen hueco, de modo que los elementos multicapa elásticos (4) correspondientes están realizados como resortes de goma huecos, que son fáciles de fabricar y además son relativamente blandos.

El cojinete oscilante según la invención se coloca, como ya se mencionó, en la región del rotor, del alojamiento de rotor o del eje principal conforme a las características del diseño y circunstancias del aerogenerador respectivo. Según la invención, al menos uno, pero preferentemente al menos dos de los cojinetes oscilantes según la invención, se utilizan para un aerogenerador, preferiblemente en la región del alojamiento de rotor, o como parte integral del mismo. La fig. 2 y la fig. 3 muestran una disposición correspondiente de dos cojinetes oscilantes que cooperan funcionalmente según la invención en su entorno constructivo respecto al eje de accionamiento principal (1) y al elemento del alojamiento de rotor (8), en donde el eje principal (1) está conectado en su punta con el eje de oscilación (3) dispuesto perpendicularmente a ella, que presenta un cojinete oscilante (9) según la invención en cada uno de sus dos extremos opuestos y está instalado en el elemento del alojamiento de rotor (8) o es parte integral del mismo. Las figuras representan un posible diseño de un aerogenerador con rotor de dos palas.

El objeto es, por consiguiente, un cojinete oscilante correspondiente, en el que el casquillo interior (10) está formado por al menos una región terminal del eje (3), que está conectada con el casquillo exterior (11) a través de dichos elementos multicapa (4). Por consiguiente, el casquillo interior se debe considerar como una parte integral del eje de oscilación (3), que asume la función del casquillo interior. El eje de oscilación (3) y el eje principal (1) forman en este

caso una pieza en T, en cuyos dos extremos está fijado un cojinete oscilante (9). Alternativamente, el casquillo interior (10) también se puede empujar y fijar por separado en el extremo del eje (3) (preferiblemente en ambos lados).

5 Sin embargo, el objeto también es un cojinete oscilante correspondiente, en el que el casquillo interior (10) está formado por la región terminal del eje principal (1), que está conectada con el casquillo exterior (11) a través de dichos elementos multicapa (4). Por consiguiente, el casquillo interior se debe considerar como una parte integral del eje principal (1), que asume la función del casquillo interior. Con ello, el uso de una pieza en T, como se describe anteriormente, se vuelve superfluo. Alternativamente, el casquillo interior (10) también se puede empujar y fijar por separado sobre la parte terminal del eje (1). El casquillo exterior (11) se puede formar en este caso por el alojamiento de rotor.

15 La invención se refiere igualmente a un alojamiento de rotor (8), preferentemente para un rotor de una, dos (o más) palas en un aerogenerador, que junto a los dispositivos para la fijación para una, dos (o más) palas del rotor presenta un eje de oscilación (3), en cuyo al menos un extremo está colocado un cojinete oscilante (9), según se especifica anteriormente y en las reivindicaciones, y posee posibilidades de conexión y fijación directas o indirectas para el eje de accionamiento principal (1) del rotor, en donde el o los cojinetes oscilantes están conectados de forma fija constructivamente al alojamiento de rotor (8) o a su parte portante (carcasa) o están integrados en ésta. El alojamiento de rotor (8) según la invención comprende en particular un cojinete oscilante, como se describe arriba y abajo, dispositivos de fijación para las palas del rotor y dispositivos de fijación para el eje (3) o el eje (1).

20 En el caso de un aerogenerador con rotor de tres palas, la disposición de los cojinetes oscilantes según la invención debe ser adaptada correspondientemente. Formas de realización según la invención se describen en las figuras 11 y 12.

25 Los cojinetes oscilantes según la invención son, como ya se explicó, perfectamente adecuados para lograr una reducción, eliminación y control de los momentos de inercia desiguales indeseables en particular, que se transmiten debido al viento desde las palas del rotor (5) a la torre de un aerogenerador. También permiten llevar a cabo la regulación específica de palas del rotor individuales o de todas ellas.

30 Pero además los cojinetes oscilantes según la invención también son adecuados para el uso en acoplamientos en máquinas, o en grupos propulsores para helicópteros, o en propulsores de barcos en conexión con dispositivos de rotor y hélice de barco.

35 La invención se refiere a, por consiguiente, el uso de un cojinete oscilante (9) correspondiente para la reducción, eliminación y control de los momentos de inercia que se transmiten desde las palas del rotor (5), por ejemplo, a la torre de un aerogenerador de dos palas o de tres palas, preferentemente un aerogenerador con rotor de dos palas, y para el ajuste de las palas del rotor (5) de un aerogenerador correspondiente, en donde al menos dos de tales cojinetes están dispuestos en la región del alojamiento de rotor (8).

40 La invención también se refiere al uso de un cojinete oscilante correspondiente para la regulación de las palas del rotor o para la reducción, eliminación y control de los momentos de inercia, que se transmiten desde las palas de rotor de un aerogenerador de una, dos o múltiples palas o de un helicóptero o de una hélice de barco.

45 En situaciones extremas puede ser necesario limitar la deformación de los elementos elastoméricos (4). Para la limitación de la deformación axial y radial máxima del elemento elastomérico (4), se puede instalar un tope metálico (101) en el interior (fig. 10). A partir de una cierta deformación radial, la superficie interna de las capas de elastómero toca el tope metálico (101). Una vez que una capa de elastómero toca el tope metálico (101), ésta se vuelve mucho más rígida, lo que tiene como consecuencia la limitación deseada de la deformación radial. Debido al diseño cónico del tope metálico (101), las capas de elastómero individuales solo entran en contacto una tras otra. De este modo la rigidez radial de todo el elemento elastomérico (4) aumenta más lentamente con una deformación radial creciente y no se produce un aumento repentino. A partir de una cierta deformación axial, el elemento elastomérico (4) entra en contacto con la parte superior del tope metálico (101). Esto hace que la rigidez axial del elemento elastomérico (4) aumente. A fin de evitar un aumento repentino en la rigidez axial, está prevista una capa de amortiguación (102) en la parte superior del tope metálico (101). Con deformación axial creciente, la capa de amortiguación superior (102) se comprime y se vuelve más rígida, resultando en la limitación deseada de la deformación axial. Por consiguiente, la invención también se refiere a un cojinete oscilante correspondiente, que presenta uno o varios elementos de resorte multicapa (4), cuyo interior, es opcionalmente hueco, presentando un tope fijo en forma de un cilindro o cuerpo cónico, que preferiblemente está dispuesto perpendicularmente a las capas. También es posible cubrir el tope metálico completo (101) con una capa de elastómero gruesa continua.

60 El tope para la limitación de la deformación radial también puede ser proporcionado por al menos dos elementos elastoméricos hidráulicos, que actúan radialmente respecto a los elementos elastoméricos (4) del cojinete oscilante (9). Los elementos actúan tangencialmente en la dirección circunferencial del cojinete oscilante (9) (véase la fig. 15). El volumen hidráulico interior (105) del elemento elastomérico hidráulico puede, como está representado en la fig. 15, estar conectado con una válvula reguladora de presión (103) en un acumulador de presión (104). En el caso de una rotación muy grande del cojinete oscilante (9) alrededor del eje del cojinete oscilante (3) se comprime el elemento

5 elastomérico hidráulico. La deformación externa hace que la presión en el volumen hidráulico interior (105) aumente hasta que la válvula reguladora de presión (103) se abra. En caso de deformación adicional, el líquido fluye a través de la válvula reguladora de presión (103), ahora abierta, al acumulador de presión (104). La presión en el líquido ya no puede aumentar, ya que el líquido se escapa al acumulador de presión (104). De este modo, la fuerza del resorte solo aumenta ligeramente con deformación adicional. A partir de una cierta deformación, el acumulador de presión (104) se llena completamente con líquido y la línea característica vuelve a ser progresiva, ya que el líquido del elemento elastomérico hidráulico (4) ya no puede fluir hacia el acumulador de presión (104). Esta línea característica de fuerza-desplazamiento larga y plana limita la posible fuerza de tope incluso en caso de una gran deformación. Esto tiene un efecto positivo en todas las piezas de conexión, ya que se pueden diseñar con dimensiones más pequeñas.

10 La fig. 12 (a - c) muestra otras formas de realización de la invención. La primera posibilidad de la disposición consiste en un tipo de acoplamiento por mordazas. En esta disposición, los elementos elastoméricos (4) están sometidos a estrés por ruptura en el caso de rotaciones de cabeceo y bandeo y por consiguiente reaccionan muy suavemente. Gracias a esta elasticidad se reducen los momentos de flexión resultantes de rotaciones de cabeceo y bandeo. Los elementos elastoméricos (4) están sometidos a compresión en la dirección de rotación respecto al eje de giro del vástago principal (1), y reaccionan de forma rígida. En las direcciones horizontal y vertical (ambas radialmente respecto al eje principal (1)), la disposición es rígida, mientras que en la dirección del eje principal (1), la disposición es suave.

15 Los elementos elastoméricos (4) también se pueden disponer en una forma esférica. Esto conduce a que todas las deformaciones radiales y axiales del cojinete oscilante (9) sean rígidas, mientras que todas las direcciones de rotación (rotación de cabeceo, de bandeo y de rotor) sean suaves. Esta disposición es similar a una articulación esférica clásica. Lo positivo es que los movimientos de cabeceo y de bandeo son suaves. No es positivo que la dirección de rotación alrededor del eje principal (1) también sea suave.

20 En la fig. 12c está representada una combinación de las dos disposiciones mencionadas anteriormente. Aquí, los elementos elastoméricos (4) están orientados de modo que están sometidos a estrés por ruptura durante los movimientos de cabeceo y bandeo, de modo que estos reaccionen suavemente. En las otras direcciones, los elementos elastoméricos están sometidos principalmente a compresión y reaccionan de manera más rígida. Esto también es válido para la rotación alrededor del eje principal (1), que ahora también es rígido. Esta disposición es ideal y combina las ventajas de las dos disposiciones anteriores.

25 Las disposiciones 12 (a-c) mostradas arriba pueden usarse no solo en referencia al eje principal (1), sino que también se pueden aplicar, en principio, sobre el eje de oscilación (3) que está conectado como una pieza en forma de T con el eje principal (1).

30 La fig. 13 muestra a modo de ejemplo la aplicación del cojinete oscilante (9) en un aerogenerador con una sola pala de rotor (5). Para reducir el desequilibrio, un aerogenerador de este tipo siempre tiene un contrapeso (106). La energía eólica no uniforme, entre la pala del rotor (5) y el contrapeso (106), produce momentos de flexión dinámicos muy elevados con una conexión rígida del rotor y la góndola. Como también en el rotor de dos palas, aquí también es necesario permitir que la pala del rotor (5) oscile a fin de reducir los momentos de flexión. El cojinete oscilante (9) y los elementos elastoméricos (4), están contruidos a este respecto de igual manera que en un rotor de dos palas.

35 El cojinete oscilante según la invención también se puede usar como acoplamiento en otras máquinas, en particular si se debe transmitir una carga axial y un par de torsión con elevada rigidez, al mismo tiempo que con suavidad y con grandes inclinaciones en articulaciones tipo cardán. Este es el caso no solo en aerogeneradores, sino también, por ejemplo, en dispositivos de propulsión de barcos o helicópteros.

40 Los diámetros y espesores de las capas individuales de un resorte individual (4) pueden ser iguales o diferentes de una capa a otra. Dependiendo del tipo de carga, mediante las diferentes capas, se puede asegurar que cada capa tenga aproximadamente la misma vida útil. Así se garantiza que los resortes alcancen la vida útil máxima sin que una capa se sobrecargue y otra capa apenas se haya sobrecargado. Los resortes multicapa (4) del cojinete oscilante (9) según la invención están hechos esencialmente de un caucho natural, un derivado de caucho natural o de un plástico polimérico elástico apropiado o mezcla de plásticos. La capa elastomérica puede presentar, según la invención, diferentes durezas ("dureza Shore") y diferentes propiedades de amortiguación, conforme a los requerimientos deseados. Preferentemente se usan elastómeros con una dureza de 20 a 100 Shore A, en particular 30 a 80 Shore A. La fabricación de elastómeros de este tipo de diferente dureza es conocida en el estado de la técnica y está suficientemente descrita en la literatura especializada. Preferentemente se usan cauchos naturales o plásticos disponibles comercialmente. Las capas no elastoméricas son preferiblemente placas intermedias de materiales sustancialmente no elásticos con baja compresibilidad. Preferentemente éstas son chapas metálicas, pero también se pueden usar otros materiales, como plásticos duros, materiales compuestos o materiales que contienen fibras de carbono.

45 **Breve descripción de los números de referencia utilizados y de las figuras.**

50 (1) Eje principal

- (2) Eje de pala de rotor /
- (3) Eje de cojinete oscilante / vástago para cojinete oscilante
- (4) Elemento elastomérico (hidráulico)
- (5) Pala del rotor
- 5 (6) Líneas hidráulicas.
- (7) Bomba hidráulica
- (8) Alojamiento de rotor
- (9) Cojinete oscilante
- (10) Casquillo interior
- 10 (11) Casquillo exterior
- (12) Elementos de tensado del dispositivo.
- (13) Parte angular
- (14) Elemento hidráulico / volumen hueco en el interior del elemento de resorte multicapa (4)
- (15) Resorte multicapa de goma hueco
- 15 α, β Ángulos del elemento angular (13) respecto al eje de oscilación (3)
- 101 Tope metálico
- 102 Amortiguador de goma
- 103 Válvula reguladora de presión
- 104 Acumulador de presión
- 20 105 Volumen hidráulico
- 106 Contrapeso

Fig. 1: muestra las posibles fuerzas de acción del viento en el rotor de dos palas de un aerogenerador.

Fig. 2: muestra el uso de cojinetes oscilantes según la invención en la región del alojamiento de rotor / eje principal de un aerogenerador con rotor de dos palas (vista en planta y sección transversal) sin dispositivos hidráulicos adicionales.

25 Fig. 3: muestra el uso de cojinetes oscilantes según la invención en el área del alojamiento de rotor / eje principal un aerogenerador con rotor de dos palas (vista en planta y sección transversal) con dispositivos hidráulicos adicionales.

Fig. 4 - 7: muestran diversos resortes multicapa (4) adecuados y su disposición en los cojinetes oscilantes (9) según la invención.

30 Fig. 8: muestra en una representación en 3D una forma de realización de un cojinete oscilante según la invención, en el que los elementos de resorte multicapa (4) están provistos de dispositivos de tensado, antes de su montaje en la carcasa de cojinete.

Fig. 9: muestra en una representación en 3D una forma de realización de un cojinete oscilante según la invención, en el que los elementos de resorte multicapa (4) están provistos de dispositivos de tensado, después de su montaje en la carcasa del cojinete y, por consiguiente, después de realizar el pretensado.

35 Fig. 10: muestra una forma de realización de un tope interior de un elemento multicapa (4).

Fig. 11: muestra la aplicación del cojinete oscilante según la invención en un aerogenerador con tres palas de rotor, en donde el cojinete oscilante está montado aquí sobre el eje principal (1).

Fig. 12: muestra las posibles disposiciones (a - c) de los elementos de resorte multicapa (4) del cojinete oscilante según la invención sobre el eje principal (1) (un aerogenerador).

40 Fig. 13: muestra la disposición de un cojinete oscilante según la invención en un aerogenerador de 1 pala.

Fig. 14: muestra una disposición de elementos de resorte multicapa (4) según la invención con una cavidad que se puede llenar hidráulicamente, opcionalmente mediante un acumulador de presión.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Cojinete oscilante (9) que comprende un casquillo interior (10) que es capaz de acomodar el vástago o eje de oscilación (3) o el eje principal (1) para el cojinete oscilante y un casquillo exterior (11) que lo rodea, que está conectado con el casquillo interior y contiene elementos elásticos tensables (4), que están contruidos mediante capas intermedias elásticas y no elásticas, en donde los elementos elásticos usados son al menos cuatro resortes multicapa (4) con una base de forma redonda o elíptica, en donde los elementos elásticos (4) están dispuestos en el interior del casquillo exterior en una distribución radial alrededor del casquillo interior y tienen dispositivos de tensado (12), permitiendo así que el grosor de los resortes multicapa elásticos y por consiguiente el pretensado sea ajustado y modificado en las regiones respectivas del casquillo interior y por consiguiente del vástago oscilante de manera independiente entre sí,
- 10 **caracterizado porque** al menos cuatro a ocho resortes multicapa (4) en un primer plano perpendicular al eje de oscilación (3) o al eje principal (1) y al menos cuatro a ocho resortes multicapa en un segundo plano perpendicular al eje (3) o (1) están dispuestos distribuidos uniformemente alrededor del casquillo interior (10) que guía el eje de oscilación (3), en donde los resortes multicapa están dispuestos en elementos angulares (13) que forman un ángulo (α , β) respecto al eje de oscilación (3), permitiendo que la rigidez axial y radial se ajusten de manera diferente durante el tensado de los elementos elásticos.
- 15 2. Cojinete oscilante según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los resortes multicapa (4) son cónicos.
- 20 3. Cojinete oscilante según la reivindicación 2, **caracterizado porque** la superficie cónica más ancha de los resortes multicapa (4) está dispuesta hacia la dirección del casquillo interior que guía el eje de oscilación (3).
- 25 4. Cojinete oscilante según la reivindicación 2, **caracterizado porque** los resortes multicapa (4) son elipsoides de forma cilíndrica.
- 30 5. Cojinete oscilante según la reivindicación 2, **caracterizado porque** los resortes multicapa (4) son redondos de forma cilíndrica.
- 35 6. Cojinete oscilante según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** cada resorte multicapa está provisto en ambas caras frontales con partes de tensado del dispositivo (12) que están dispuestas con precisión de ajuste entre la pared interior del casquillo exterior (11) y la pared exterior del casquillo interior (10) que guía el eje de oscilación (3).
- 40 7. Cojinete oscilante según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** los al menos seis a ocho resortes multicapa (4) de un plano presentan un ángulo α , β entre 0 y 30° respecto al eje de oscilación.
- 45 8. Cojinete oscilante según la reivindicación 7, **caracterizado porque** los al menos seis a ocho resortes multicapa de un primer plano presentan un ángulo α entre 0 y 30°, y al menos seis a ocho resortes multicapa de un segundo plano presentan un ángulo β entre 0 y 30°, respecto al eje de oscilación.
- 50 9. Cojinete oscilante según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** el casquillo interior (10) está formado por al menos una región terminal del eje (3) o la región terminal dirigida hacia el exterior del eje principal (1), que está conectada con el casquillo exterior (11) a través de dichos elementos multicapa (4).
- 55 10. Cojinete oscilante según una de las reivindicaciones 1-8, **caracterizado porque** el casquillo interior (10) está fijado como un componente separado en al menos una región terminal del eje (3) o en la región terminal dirigida hacia el exterior del eje principal (1), que está conectada con el casquillo exterior (11) mediante dichos elementos multicapa (4).
- 60 11. Cojinete oscilante según la reivindicación 9 o 10, **caracterizado porque** el casquillo interior (10) está formado por la región terminal dirigida hacia el exterior del eje principal (1) o está fijado a la región terminal dirigida hacia el exterior del eje principal (1), y el casquillo exterior (11) está formado por el alojamiento de rotor o una parte del alojamiento de rotor.
12. Cojinete oscilante según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado porque** al menos un resorte multicapa (4) presenta un volumen hueco (14).
13. Cojinete oscilante según la reivindicación 12, **caracterizado porque** un gas o un líquido se introduce en o se extrae a presión del volumen hueco (14) del al menos un resorte multicapa (4) por un dispositivo hidráulico (6, 7) en uno o varios o todos los elementos de resorte multicapa (4), permitiendo modificar de forma controlada la rigidez del cojinete.

14. Cojinete oscilante según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado porque** al menos un resorte multicapa (4) presenta en su interior un tope fijo (101) en forma de cilindro o de cono que corresponde a la forma exterior del elemento de resorte multicapa (4), a fin de limitar la deformación potencial del resorte multicapa.
- 5 15. Uso de un cojinete oscilante según las reivindicaciones 1-14, para el ajuste de palas del rotor o para la reducción, eliminación y control de los momentos de inercia, que se transmiten desde las palas del rotor de un aerogenerador de una, dos o múltiples palas o a una hélice de un helicóptero o a una hélice de un barco.
- 10 16. Alojamiento de rotor (8) para un rotor de una, dos o múltiples palas que comprende un cojinete oscilante según una de las reivindicaciones 1-14, dispositivos de sujeción para las palas del rotor y dispositivos de fijación para el eje (3) o el eje (1).
17. Aerogenerador de una, dos o múltiples palas que contiene un cojinete oscilante (9) según una de las reivindicaciones 1-14 o un alojamiento de rotor (8) según la reivindicación 16.

Fig. 1:

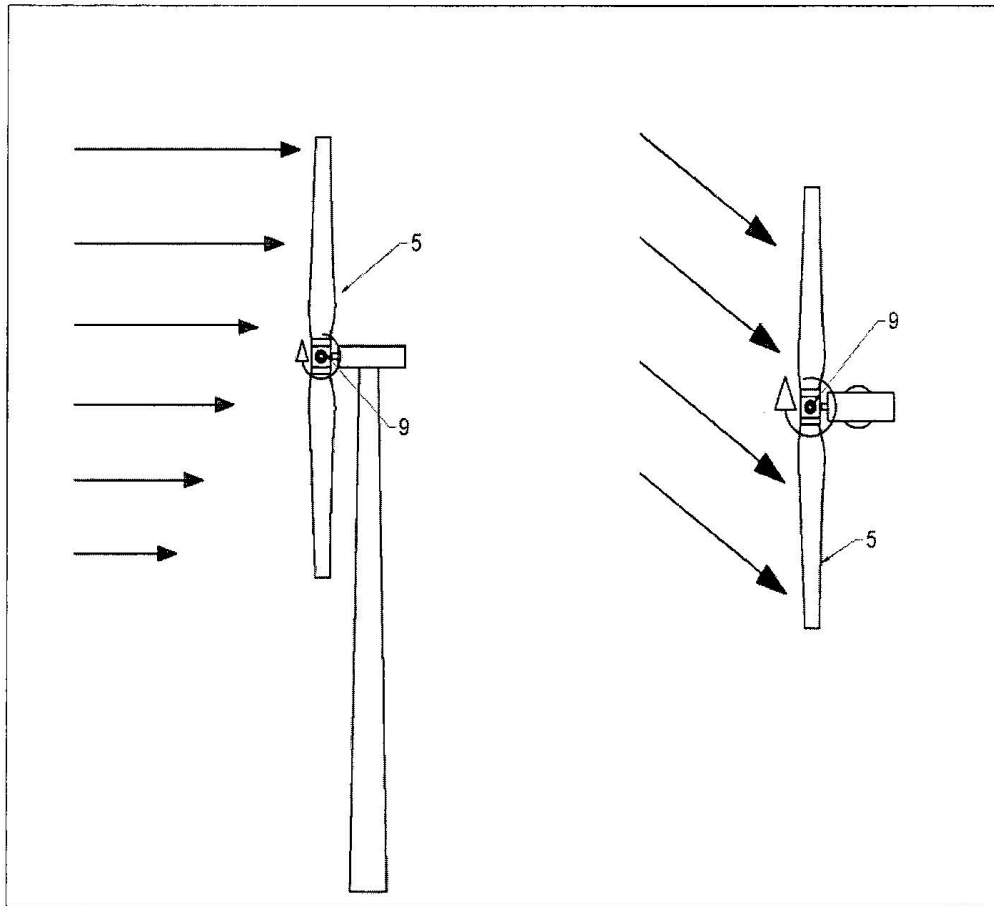


Fig. 2:

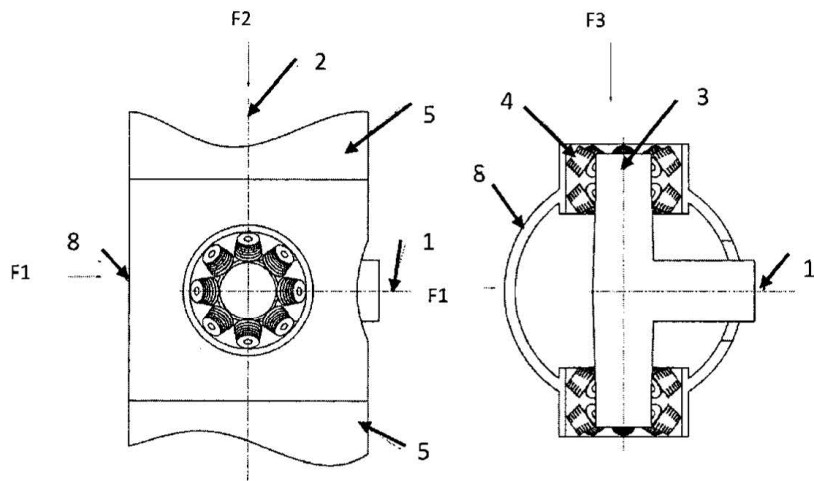


Fig. 3:

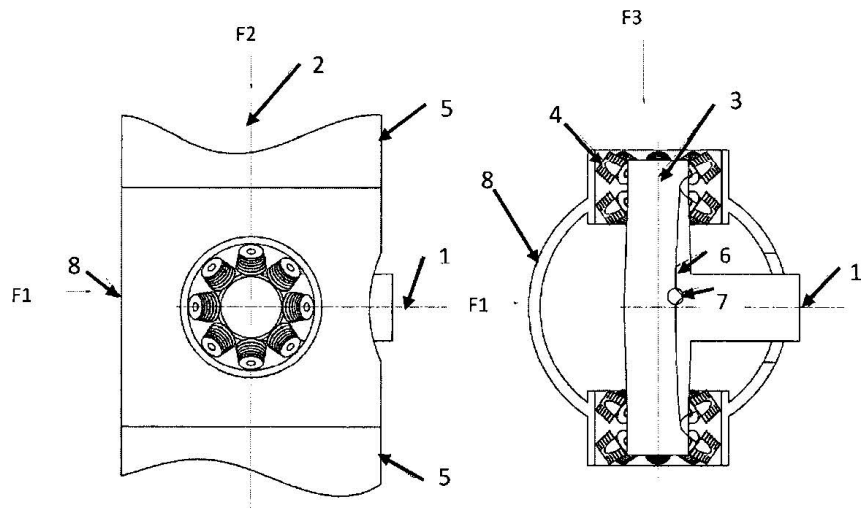


Fig. 4

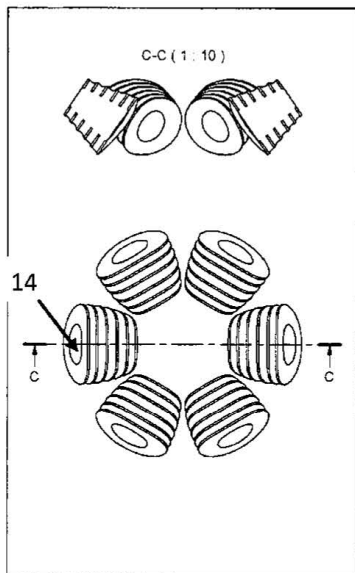


Fig. 5

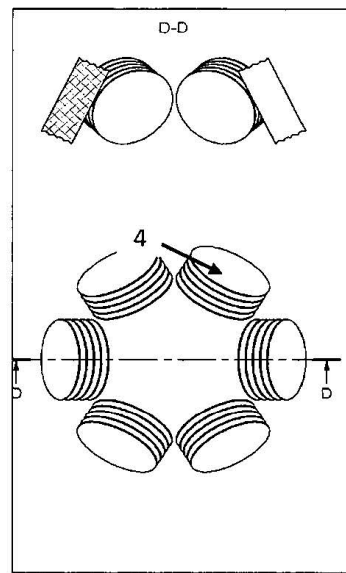


Fig. 6:

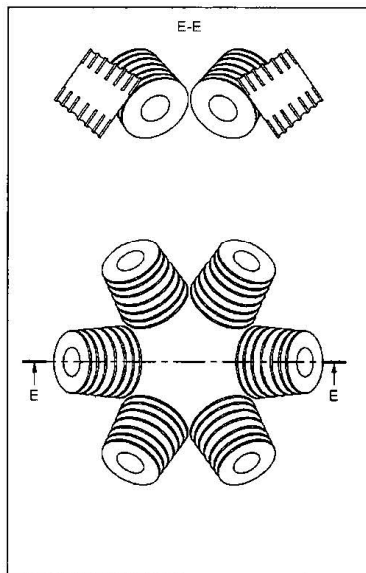


Fig. 7:

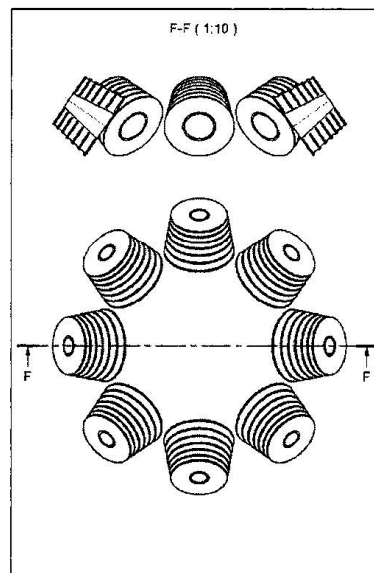


Fig. 8:

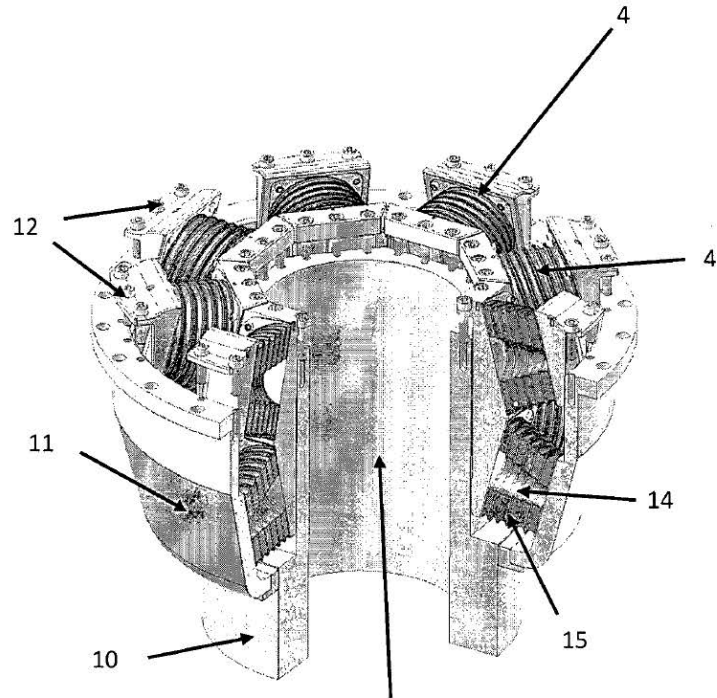


Fig. 9:

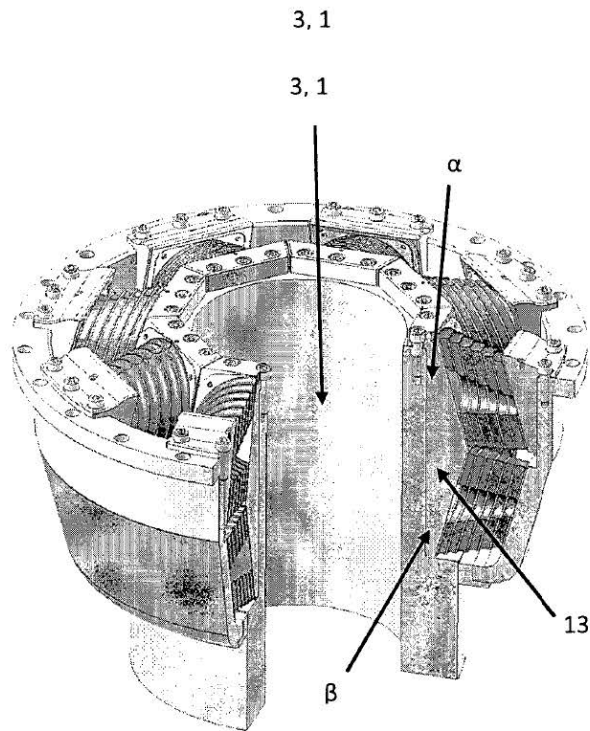


Fig. 10

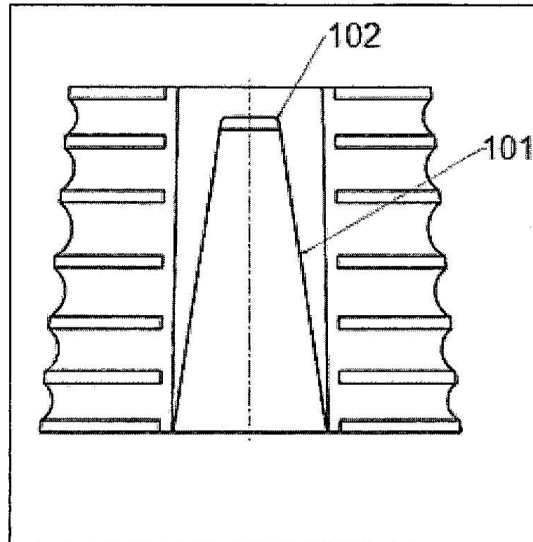


Fig. 11

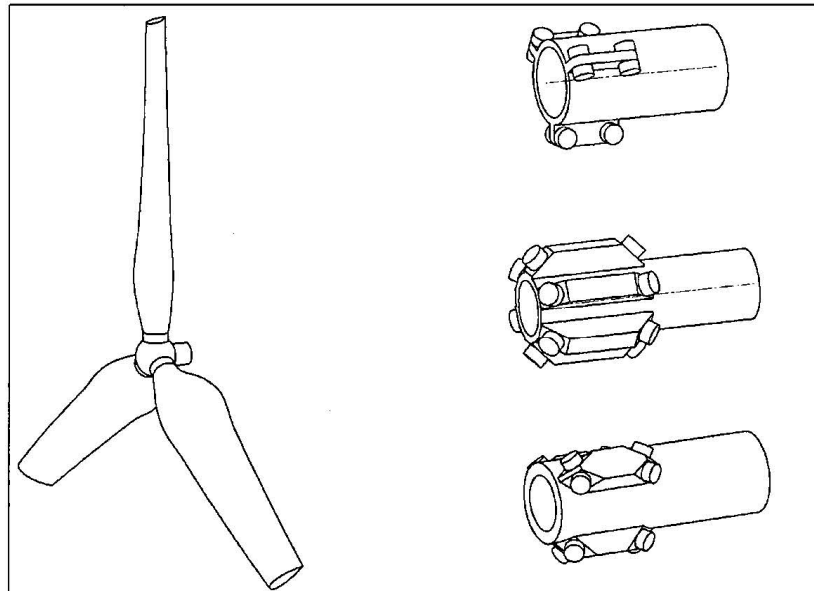
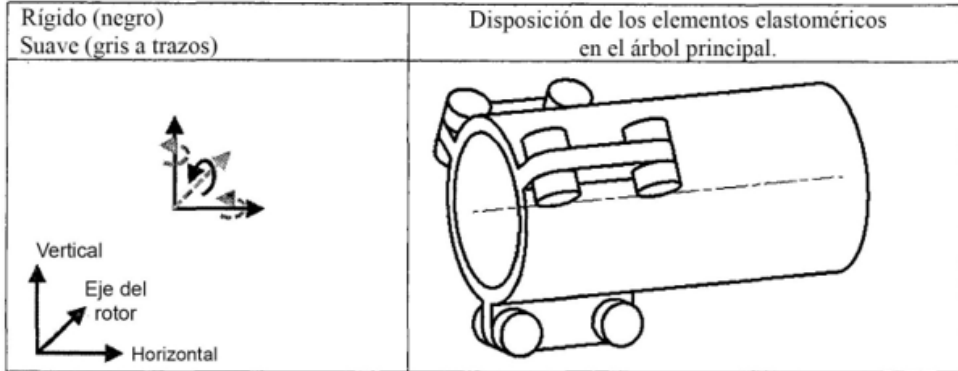
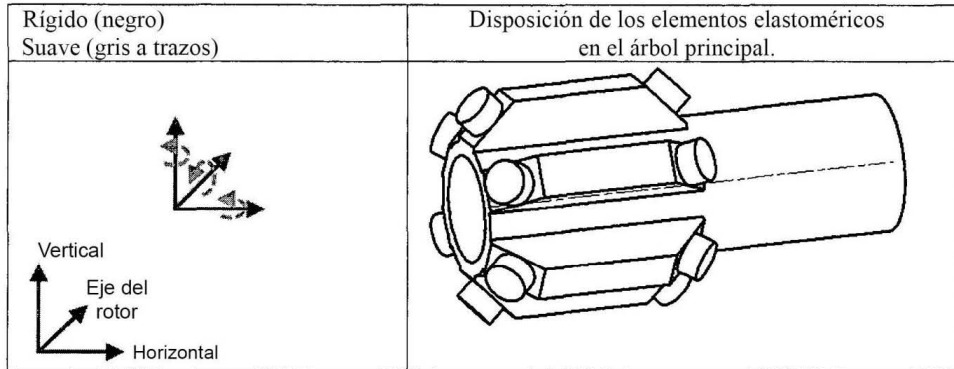


Fig. 12

a



b



c

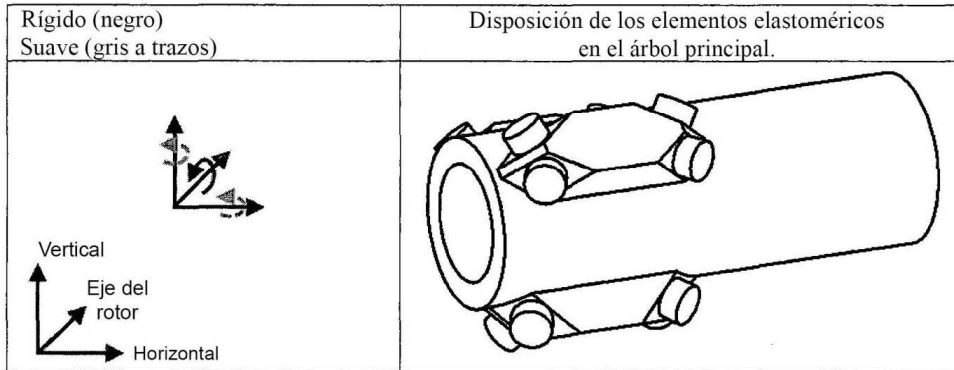


Fig. 13

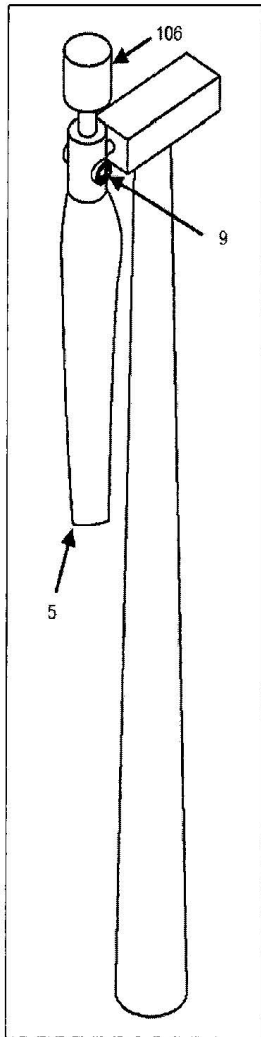
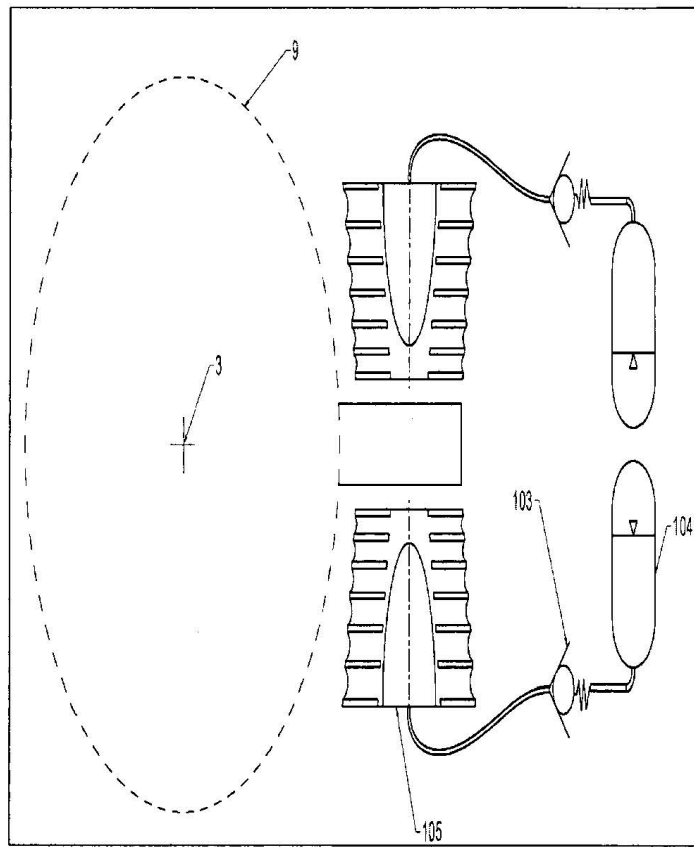


Fig. 14



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

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

Documentos de patente citados en la descripción

- EP 2003362 A [0005]
- WO 2011088965 A [0011]