

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 727 251**

51 Int. Cl.:

F03D 80/70 (2006.01)

F16F 13/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.04.2012 PCT/EP2012/001466**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.01.2013 WO13007322**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.04.2012 E 12716233 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019 EP 2732157**

54 Título: **Cojinete acumulador de presión elástico, hidráulico o neumático y su utilización en aerogeneradores**

30 Prioridad:

14.07.2011 EP 11005776

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

15.10.2019

73 Titular/es:

**ESM ENERGIE- UND SCHWINGUNGSTECHNIK
MITSCH GMBH (100.0%)
Energierstrasse 1
64646 Heppenheim, DE**

72 Inventor/es:

**MITSCH, FRANZ y
SCHUMACHER, TOBIAS**

74 Agente/Representante:

ILLESCAS TABOADA, Manuel

ES 2 727 251 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 acumulador de presión elástico, hidráulico o neumático y su utilización en aerogeneradores

5 Objeto de la invención:

La invención se refiere a un cojinete hidráulico o neumático equipado con elementos elásticos, así como con un acumulador de presión, que es capaz de absorber fuerzas o cargas estáticas en una o varias direcciones deseadas y liberando de este modo a otros cojinetes de estas fuerzas o cargas o reduciéndolas. La invención se refiere además, al uso de tales cojinetes, en particular en aerogeneradores en particular para liberar la instalación de cargas y fuerzas del generador y /o engranaje o de fijaciones de torre en instalaciones marinas. El cojinete de acuerdo con la invención puede montarse también en acoplamientos entre árbol de transmisión y de rotor, por lo que se consigue hacer que el acoplamiento esté en gran medida libre de fuerzas.

15 Campo técnico de la invención:

En la amplia variedad de construcciones utilizadas en la construcción de máquinas y de instalaciones se plantea a veces el desafío de que para un componente determinado se requiere un apoyo estático del peso, que sin embargo debería ser lo más flexible posible frente a las deformaciones que se producen, para que la fuerza estática predeterminada permanezca lo más constante posible en los movimientos del componente.

En un aerogenerador puede originarse una exigencia de este tipo, por ejemplo, si el engranaje, o en el caso de un aerogenerador accionado directamente, también el generador, está provisto con una disposición de cojinete hidráulico-elastómero, que en su principio de funcionamiento no ofrece ningún apoyo vertical de fuerza del engranaje o generador. Un soporte del momento de torsión de este tipo se conoce, por ejemplo, en el documento EP2003362 A2. Esto significa que, de acuerdo con el diseño, el peso del engranaje o generador está suspendido del árbol de rotor. Cuando este peso es muy grande o el árbol de rotor es muy largo, esto puede producir cargas y estreses grandes e indeseados para el árbol de rotor, la unión con bridas y/o el rodamiento, y aparte de eso puede provocar oscilaciones de la instalación o de componentes individuales no deseadas.

La solución más sencilla al problema de soportar un peso estable es un resorte de acero o resorte de elastómero convencional según el estado de la técnica. Sin embargo, estos deben seleccionarse por regla general muy grandes en vista de las cargas/fuerzas necesarias y con ello en general han resultado ser virtualmente imposibles de realizar o inadecuados en cuanto a su construcción.

Una fuerza de apoyo estática sustancialmente constante puede obtenerse, según el estado de la técnica, también a través de un cilindro hidráulico habitual con acumulador de presión conectado. Sin embargo, en caso de una gran cantidad de movimientos muy pequeños, las juntas del cilindro hidráulico están sometidas a un intenso desgaste, de modo que este sistema es muy propenso a fugas. Además, con frecuencia los cilindros hidráulicos convencionales no son óptimamente adecuados para aerogeneradores ya sea debido a circunstancias de construcción, así como a las cargas y fuerzas especiales.

Es, por tanto, el objetivo facilitar un sistema sencillo pero eficaz para el apoyo libre de fuerza de las cargas mencionadas de un generador, de un engranaje, o de otra pieza de máquina, pero también de otras fuerzas, en uso en aerogeneradores, con el fin de proteger, por consiguiente, cojinetes y piezas constructivas de fuerzas de carga o de energías cinéticas.

Resumen de la invención

El objetivo se resuelve mediante las características de la reivindicación 1. En concreto la divulgación se refiere a:

- un cojinete acumulador de presión hidráulico o neumático, que comprende esencialmente (i) un elemento de elastómero pretensado de manera hidráulica o neumática (2), que presenta un espacio de desplazamiento (17) para un gas o un líquido, y (ii) un acumulador de presión (7) accionado con gas y/o líquido, en el que acumulador de presión y elemento de elastómero están conectados entre sí y presentan entradas (13) para la alimentación de líquido y/o gas así como dispositivos para ajustar y regular (8) (9) la cantidad o la presión de dicho líquido o de dicho gas.
- Un cojinete hidráulico o neumático correspondiente, en el que el acumulador de presión (7) está integrado en el elemento de elastómero (2).
- Un cojinete neumático correspondiente en el que el acumulador de presión (7) es un acumulador de gas, y el espacio de desplazamiento (17) de la unidad de elastómero (2) está lleno de gas.
- Un cojinete hidráulico correspondiente, en el que el cojinete de elastómero (2) presenta un espacio de desplazamiento en el interior llenado con líquido, en el que mediante su compresión y descompresión se ajusta la rigidez y con ello la pre-tensión del elastómero y con ello del cojinete (2). Esta forma de realización presenta opcionalmente una membrana de presión (11) en el interior del espacio de desplazamiento (17), para impedir que se difunda líquido hidráulico en el material elástico. El líquido hidráulico se encuentra rodeado opcionalmente de

- las membranas (11) en la pieza de elastómero y (7) en el acumulador de presión.
- Un cojinete hidráulico correspondiente, en el que el acumulador de presión (7) sea un acumulador de presión de gas/líquido.
 - 5 • Un cojinete hidráulico correspondiente, en el que el volumen de desplazamiento (17) en el cojinete de elastómero (2) se encuentra relleno con un líquido hidráulico y puede comprimirse y descomprimirse mediante los equipos (8), (9) y (13), y en el acumulador de presión (7) hay gas y puede comprimirse y descomprimirse mediante los equipos (8), (9) y (13). El ajuste se realiza de manera que la presión de pre-llenado en el acumulador de presión (7) está adaptada a la presión de llenado estática necesaria de las cargas que van a soportarse.
 - 10 • Un cojinete hidráulico o neumático tal como se ha descrito anteriormente, en el que la capa de elastómero (2a) del cojinete de elastómero (2) presenta láminas metálicas intermedias (10), y presenta una membrana (11), que separa la capa de elastómero del espacio de desplazamiento (17).
 - El uso del cojinete acumulador de presión descrito anteriormente para prevenir o reducir cargas estáticas altas, en particular picos de carga extrema o picos de momento de torsión, o para facilitar una fuerza dirigida que va a mantenerse constante.
 - 15 • El uso de un cojinete de apoyo de este tipo en aerogeneradores con generador accionado directamente para el soporte del peso del mismo, o de un engranaje, o del árbol de rotor en la sección después del cojinete principal (14).
 - El uso correspondiente para prevenir o reducir altas cargas radiales sobre el cojinete principal (14) del rotor del aerogenerador.
 - 20 • El uso de un cojinete acumulador de presión correspondiente como soporte del momento de torsión (12) hidráulico en la zona del generador, del engranaje o árbol de rotor, en el que el soporte del momento de torsión hidráulico presenta preferentemente la forma y diseño del cojinete de elastómero (2), como anteriormente. En una forma de realización especial dos o más soportes del momento de torsión (12) hidráulicos están dispuestos radialmente alrededor del bloque de engranajes / generador.
 - 25 • El uso de un cojinete acumulador de presión, tal como se ha descrito, para la instalación en acoplamientos, preferentemente en acoplamientos entre árbol de transmisión y árbol de generador en aerogeneradores, en el que el acoplamiento está virtualmente libre de fuerza.
 - El uso de un cojinete acumulador de presión, tal como se ha descrito, para el soporte de uniones de enfocado en cimentaciones de un solo pilar en aerogeneradores marinos. Los acumuladores de presión pueden montarse también a posteriori, por lo que pueden corregirse hundimientos que se produzcan.
 - 30 • Un acoplamiento, que comprende un cojinete acumulador de presión hidráulico o neumático correspondiente, estando unidos al menos dos árboles a través de al menos dos cojinetes acumuladores de presión entre sí directamente o indirectamente.

35 **Descripción más detallada de la invención:**

El cojinete de acumulador de presión o de apoyo hidráulico consiste esencialmente y en principio de un elemento de elastómero (2) pretensado de manera hidráulica o también neumática y un acumulador de presión (7) unido a éste. El acumulador de presión puede estar realizado según cualquier diseño, así por ejemplo como acumulador de membrana, acumulador de vejiga, o acumulador de émbolo, tal como se describen y se utilizan de manera variada en el estado de la técnica.

Igualmente se conocen en principio elementos de elastómero pretensados de manera hidráulica o neumática. En el documento EP 2003362 A2 se describe un elemento de resorte, que se compone de material de elastómero, láminas de metal y una cavidad sellada mediante una membrana de presión, incluyendo su uso como estructura de cojinete de dos puntos o varios puntos en construcciones de rotor y de engranajes.

El cojinete de apoyo de elastómero e hidráulico de acuerdo con la invención comprende en principio un elemento de elastómero como el descrito en el documento EP 2003362 aunque combinado con un acumulador de presión. Un sistema de este tipo de elementos conocidos per se puede proporcionar de forma sorprendente un cojinete de apoyo muy efectivo y que requiere solo poco espacio en particular para aerogeneradores, que es perfectamente adecuado para la absorción libre de fuerza de cargas de apoyo, picos de carga extrema, picos de momento de torsión y fuerzas similares, tal como se ocasionan mediante un generador o un engranaje. Sin embargo, el cojinete de apoyo de acuerdo con la invención puede servir también para facilitar una fuerza dirigida que va a mantenerse constante, por ejemplo, una presión de contacto.

El elemento de elastómero utilizado de acuerdo con la invención está instalado a este respecto entre el componente que va a apoyarse (engranaje, generador u otros componentes de carga (1)) y la construcción de bastidor / soporte de motor (6) portante, mientras que el acumulador de presión (7) está integrado directamente en el elemento de elastómero.

Esto se representa en la figura 2. En la imagen de funcionamiento mecánico (figura 1) el elemento de elastómero (2) pretensado hidráulicamente puede representarse como un resorte blando (3), respecto al que está dispuesto en paralelo un resorte rígido (4) con émbolo hidráulico (5) conectado en serie (cilindro hidráulico). Sin embargo, una solución constructiva de este tipo, especialmente en aerogeneradores, ha resultado ser extremadamente propensa a averías.

De acuerdo con la invención, la fuerza de apoyo estática necesaria en cada caso se ajusta ahora exactamente a través de la presión de llenado de la cámara hidráulica. Esta fuerza depende de la carga de apoyo, o del peso del dispositivo que va a apoyarse (por ejemplo, generador).

5 En el caso de un movimiento del componente apoyado (1), solamente la curva característica de resorte blando del elemento de resorte pretensado de manera hidráulica (posición 3) actúa como resorte así como el "resorte de gas" del acumulador de presión (7). Con ello las fuerzas de reacción sobre el componente debido a este movimiento son muy pequeñas o ya no están presentes, y la fuerza de apoyo estática permanece en gran medida constante.

10 De acuerdo con la invención, la presión de pre-llenado del acumulador de presión debe seleccionarse de modo que corresponda a la presión de llenado estática necesaria o deseada del sistema. La figura 4 muestra una curva característica de rigidez ilustrativa del cojinete de apoyo hidráulico de acuerdo con la invención. El punto de inflexión de la curva característica (marca B) se determina mediante la presión de pre-llenado del acumulador de presión. La zona de trabajo habitual del cojinete de apoyo hidráulico se sitúa en la zona plana característica de la curva a un nivel
15 de fuerza alto (marca A).

La vigilancia de la presión de llenado (gas o líquido) y con ello de la fuerza de apoyo estática puede realizarse opcionalmente a través de un manómetro o sensor de presión (8). La alimentación de gas o líquido se realiza a través de las líneas (13). Según el dimensionamiento de los diámetros de las láminas metálicas (10) y de la membrana de presión (11) en el elemento de elastómero pretensado de manera hidráulica (2), así como de la superficie de émbolo efectiva del émbolo hidráulico funcional (5) (figura 1), o del volumen de desplazamiento (17) eficaz seleccionado, puede así influirse en la relación entre fuerza de apoyo estática necesaria y presión de llenado del sistema.

20 En una forma de realización preferida de la invención el volumen de desplazamiento (17) en el elemento de elastómero (2) se ha llenado con líquido, que está unido con el líquido en el cilindro de presión (7). El cilindro de presión es en este caso un acumulador de presión (7) de gas/líquido. Tanto acumulador de presión como elemento de elastómero (2) pueden tener entradas para líquido y / o gas separadas.

30 La figura 2 muestra una forma de realización de la invención, en la que el acumulador de presión (7) es un acumulador de presión de gas/líquido y está integrado en la base del elemento de elastómero. El líquido hidráulico está rodeado por las membranas de presión (11) y (7a). El elemento de apoyo de acuerdo con la invención puede ajustarse y regularse ahora con respecto a la fuerza que va a soportarse en la parte superior mediante ajustes previos a través de las entradas opcionalmente independientes para gas (acumulador de presión) y líquido hidráulico (parte de elastómero).

35 En otra forma de realización de la invención el líquido hidráulico en el elemento de elastómero (2) o en el volumen de desplazamiento (17) se sustituye por un gas. En principio esta variante se corresponde con un cilindro neumático, que se presuriza para amortiguar el peso. Todas las demás deformaciones o fuerzas comprimen ahora adicionalmente el volumen de gas. Cuanto mayor resulte el volumen de gas, menor es la fuerza aplicada adicionalmente. Para que en el caso de un defecto del elemento de elastómero (2) no pueda liberarse repentinamente una cantidad significativa de aire comprimido, en una forma de realización mejorada adicionalmente en el cojinete de apoyo de acuerdo con la invención está integrado un limitador de caudal (16) o una pieza constructiva con la misma función de manera correspondiente, que impide el escape repentino de todo el gas. Este limitador de caudal (16) puede estar configurado con las formas de realización más diversas (limitador de caudal, obturador, tubo largo/delgado). Si ahora se aplica una fuerza adicional, el gas dentro del resorte de elastómero (2) se comprime y se conduce a través del limitador de caudal (16). Esto introduce una amortiguación adicional en el sistema, dado que se extrae energía del sistema mediante desarrollo de calor dentro del limitador de caudal. La ventaja de esta variante consiste en que no hay necesidad para la alimentación independiente de gas en el acumulador de presión (7), en la membrana (7a) en esta pieza constructiva, así como en la membrana (11). Como alternativa a esta solución 100 % neumática puede implementarse también una
40 solución, en la que las cavidades se llenan con una mezcla de líquido y gas.

Se ha averiguado, además, que los cojinetes de acuerdo con la invención pueden utilizarse de manera especialmente ventajosa como cojinetes de apoyo en el soporte de uniones de enfoscado en cimentaciones de un solo pilar en aerogeneradores marinos. Las instalaciones marinas tienen el problema de que tienden a hundirse, con frecuencia también de manera no uniforme. Mediante la utilización de los cojinetes acumuladores de presión de acuerdo con la invención se consigue no solo mantener estable la construcción de cimentación mediante la absorción de la fuerza de empuje intensa que actúa verticalmente, sino también en el caso de un hundimiento que ya ha tenido lugar, la construcción puede ser elevada de nuevo mediante introducción de líquido hidráulico.

60 Se ha averiguado además que los cojinetes acumuladores de presión anteriormente descritos no solo pueden emplearse como meros cojinetes de apoyo en aerogeneradores, sino también en elementos de acoplamiento, por ejemplo, entre árbol de transmisión y árbol de rotor. Por ello, no solo el acoplamiento mismo se libera virtualmente de carga; los cojinetes acumuladores de presión hidráulicos y elásticos también son capaces - de acuerdo a su disposición constructiva en el acoplamiento - reducir las fuerzas cinéticas y vibraciones que actúan sobre los árboles y sobre/en el acoplamiento en sí mismo.
65

El cojinete de apoyo de acuerdo con la invención puede utilizarse en un aerogenerador con un generador accionado directamente con o sin soporte del momento de torsión hidráulico de acuerdo con las figuras 5 - 8. La figura 5 muestra así un generador (1), que está fijado en el árbol de rotor (15) con dos cojinetes y se soporta en el soporte de motor (6) a través del soporte del momento de torsión (12, 13). Así, aunque tal como se describe en el documento EP 2 003 362 con más detalle, el momento de torsión del generador se transmite de manera segura, todo el peso se fija, sin embargo, en el árbol de rotor, lo que conlleva a cargas de flexión rotativa elevadas del árbol de rotor y a cargas radiales altas sobre los cojinetes principales (14). Con ayuda del cojinete acumulador de presión hidráulico y elástico, o neumático y elástico, de acuerdo con la invención, el peso del generador puede soportarse ahora como se prefiere, por completo o parcialmente y liberar de carga al árbol de rotor de manera correspondiente. Cojinetes de acuerdo con la invención, adecuados para estos propósitos, presentan, por ejemplo, los siguientes parámetros con respecto a los requisitos estándar de tamaños y estructura (tabla 1). Sin embargo, es posible una pluralidad de otras combinaciones y propiedades de los componentes empleados.

Tabla 1:

Fuerza nominal en el punto de trabajo [kN]	Dimensiones aproximadas del elemento de elastómero pretensado hidr.[mm]	Rigidez aproximada zona de trabajo A [kN/mm]	Presión de pre-llenado aproximada del acumulador de presión [bar]
50	Ø=130 H=95	5	40
500	Ø=240 H=114	25	140
1000	Ø=300 H=143	20	150

En las construcciones anteriormente descritas, solamente bajo carga extrema se desplaza líquido al interior del acumulador de presión (7). En cambio, durante la carga operativa, el acumulador de presión (7) no asume ninguna tarea. La tarea del acumulador de presión (7) consiste en este caso en amortiguar picos de carga extrema. Por consiguiente, bajo carga operativa no se produce una estabilización adicional.

Si la presión de gas del acumulador de presión (7) en el lado de liberación de carga de los elementos de elastómero (2) está medida de modo que la membrana (17) ya está contraída en el estado libre de carga, puede conseguirse ya una estabilización adicional también en el caso de carga operativa. Si ahora se aplica un momento externo, los elementos de elastómero (2) cargados se contraen y los elementos de elastómero (2) en el lado de liberación de carga se extienden. Esta suspensión resulta en un aumento del volumen dentro de los elementos de elastómero (2) en el lado de liberación de carga. En este momento la presión de llenado dentro del acumulador de presión (7) es mayor que la presión hidráulica en los elementos de elastómero (2) liberados de carga. Se produce por consiguiente una compensación de presión. Esto lleva a que fluya líquido del acumulador de presión (7) hacia el elemento de elastómero (2). Por ello se extrae energía del sistema que se hace notable con un aumento de la amortiguación. Este efecto es positivo, dado que minimiza los intentos de vibración de la instalación. A diferencia de las construcciones anteriormente descritas, en este sentido la membrana (11a) del acumulador de presión (7) se mueve en el lado de liberación de carga permanentemente bajo carga operativa.

El acumulador de presión (7) en el lado de carga no tiene ninguna influencia en la estabilización bajo carga operativa, dado que la presión de carga es mayor.

No obstante, también es concebible en el lado de carga, permitir el movimiento de membrana del acumulador de presión (7) durante la carga operativa o un límite de carga seleccionado libremente. Esto permite influir de manera específica la curva de rigidez característica de los elementos de elastómero (2), para adaptar éstos de manera óptima a la construcción.

El comportamiento de amortiguación puede ajustarse a través de un limitador de flujo (16) en la entrada del acumulador de presión. Este limitador de flujo (16) puede omitirse si el diámetro y la longitud del tubo hidráulico (13) en el lado de liberación de carga están diseñados para una amortiguación óptima.

Adicionalmente es concebible alcanzar diferentes valores de limitación de flujo en diferentes direcciones de flujo.

El acumulador de presión (7) de acuerdo con la invención está integrado en la pieza constructiva de elastómero (2), tal como se representa en la figura 2 y 3.

Del mismo modo, el cojinete de apoyo hidráulico de acuerdo con la invención puede utilizarse también cuando un engranaje o un generador (1) está fijado con un soporte del momento de torsión hidráulico (12) dispuesto en forma anular en el soporte de motor (6), de manera similar a la representación en la figura 8. Además, en esta disposición,

el soporte del momento de torsión no está diseñado para soportar el peso del engranaje, de modo que puede ser necesario un soporte de peso adicional, que se logra mediante el cojinete de apoyo de acuerdo con la invención.

5 Una posibilidad de aplicación adicional en un aerogenerador se da también si el generador está unido con bridas directamente al engranaje. Si entonces el peso del generador se soporta mediante el cojinete de apoyo hidráulico descrito de acuerdo con la invención, la brida entre engranaje y generador y con ello también la carcasa completa pueden ser notablemente más ligeras.

10 Además de las posibilidades de utilización mencionadas en aerogeneradores el cojinete de apoyo hidráulico puede utilizarse también en cualquier otro caso de aplicación en el que se requiera una fuerza que actúe de manera constante, que deba permitir deformaciones simultáneas sin oscilaciones de fuerza significativas. Una aplicación de este tipo puede ser la presión de contacto que debe mantenerse constante sobre cuerpos moleedores o piezas constructivas de funcionamiento similar. Además, también es posible concebir cualquier utilización en la que sea deseable un valor de amortiguación alto o una curva característica de la rigidez de resorte de los elementos de elastómero (2) adaptada a las condiciones externas.

20 Una aplicación muy interesante de los cojinetes acumuladores de presión hidráulicos y elásticos o neumáticos y elásticos son acoplamientos, en particular en acoplamientos de aerogeneradores. A este respecto puede diferenciarse entre dos variantes básicas. Por un lado, acoplamientos, que están contruidos en un plano (figura 9), por otro lado, acoplamientos que están contruidos en dos planos (figura 10). Ambas variantes tienen en común que entre las mordazas de los dos árboles de rotor (15.1, 15.2, 15.3) están incorporados elastómeros con cámaras hidráulicas (2). El elemento de elastómero (2) asume por consiguiente las siguientes tareas:

- (i) transmisión del momento de torsión, así como
- 25 (ii) compensar los desplazamientos de los árboles implicados, provocados por ejemplo mediante tolerancias de montaje, deformaciones durante el funcionamiento o en tolerancias de fabricación.

30 Todos los elementos de elastómero (2) en el lado de carga y todos los elementos de elastómero (2) en el lado de liberación de carga están unidos con líneas hidráulicas (13) separados unos de otros. Esto resulta en la formación de un circuito hidráulico del lado de carga y un circuito hidráulico separado del lado de liberación de carga. En estos dos circuitos hidráulicos está integrado en cada caso un acumulador de presión (7) (véase figura 9, 10, 11).

35 Durante el montaje del acoplamiento, los árboles (15.2, 15.1, 15.3) se alinean unos con otros. El elemento de elastómero (2) se inserta entonces en las escotaduras formadas entre las mordazas con juego y ambos circuitos se presurizan. Esto conlleva que el elemento de elastómero (2) sea más largos y se sujete en las mordazas. Además, puede concebirse el pretensar de los elementos de elastómero (2) no presurizados, introducirlos en el espacio intermedio de las mordazas, que se destensen ahí y presurizarlos solamente después.

40 Independientemente, el acumulador de presión (7) se presuriza. Esta presión de llenado es mayor que la presión hidráulica que se forma dentro de los elementos de elastómero (2) a carga nominal. Por consiguiente, no se necesita el acumulador de presión (7) a carga nominal. La membrana (11a) dentro del acumulador de presión (7) no se mueve en este momento. A carga nominal, la presión hidráulica en los elementos de elastómero (2) sube, sin embargo, en el lado de carga respectivo en caso de carga extrema. Esto lleva a que la presión hidráulica en los elastómeros (2) suba por encima de la presión de llenado del acumulador de presión (7). En caso de carga extrema la membrana (11a) se mueve dentro del acumulador de presión (7) y permite de este modo un desplazamiento de volumen desde los elementos de elastómero (2) hacia el acumulador de presión (7). Por consiguiente, el recorrido de deformación de los elastómeros (2) aumenta. Esto conlleva la amortiguación del pico de carga repentino de la carga extrema a lo largo de un recorrido de deformación mayor de los elementos de elastómero (2). La carga sobre todos los componentes que se encuentran en el flujo de fuerza se reduce por ello. Esto reduce a su vez los costes de las piezas constructivas dentro de la cadena de accionamiento, dado que el dimensionamiento del pico de carga durante la carga extrema se reduce y las piezas constructivas deben construirse de manera menos maciza. Por ello se aumenta además la amortiguación de sistema, dado que el desplazamiento del líquido hidráulico extrae energía del sistema y por consiguiente repercute al comportamiento de vibración de la instalación.

55 En los acoplamientos de acuerdo con la invención no es absolutamente necesario que se incorporen cuatro pares de elementos de elastómero. Puede concebirse cualquier número de pares de elementos mayor de dos.

60 Además, solamente se necesitan instalar cámaras hidráulicas en los cojinetes acumuladores de presión de acuerdo con la invención en el lado de carga de los elementos de elastómero. En el lado de liberación de carga pueden montarse elementos de elastómero sin sistema hidráulico. Esta versión presupone que el momento de carga extrema siempre actúa en la dirección, en la que se encuentran los elementos de elastómero con cámaras hidráulicas.

65 Un caso de aplicación importante adicional del cojinete de apoyo hidráulico de elastómero es el soporte de uniones de enfoscado en cimentaciones de un solo pilar en aerogeneradores marinos. Los aerogeneradores en el mar están sometidos a tensiones extremas a causa del viento, de las olas y del propio funcionamiento. Todas las piezas constructivas de las estructuras portantes marinas deben soportar estas tensiones cambiantes. Además de la torre,

éstas pueden incluir también uniones de encaje tubo en tubo entre los pilotes fijados en el fondo del mar y la estructura portante. La unión utilizada es la unión enfoscada, que se compone de dos tubos de acero superpuestos, llenándose el espacio intermedio entre los tubos con hormigón de grano fino altamente resistente.

5 Por el término cimentaciones de un solo pilar se describe la unión de la torre a la cimentación anclada del aerogenerador. En este caso, deben poder transmitirse las cargas del viento resultantes de la instalación a través de esta unión. En el caso de muchas cimentaciones de un solo pilar existentes, la unión enfoscada entre el tubo de cimentación (18) (un solo pilar) y la pieza de transición (20) no es capaz de transmitir a largo plazo las cargas del viento que actúan generalmente lateralmente, ni el peso de la instalación que actúa en perpendicular.

10 La capacidad de carga axial real de la unión enfoscada ha resultado ser notablemente más baja de lo que se supuso anteriormente cuando se diseñó. Esto conlleva un hundimiento de la pieza de transición (20) y a un deterioro del mortero de enfoscado (19) (unión enfoscada).

15 Con ayuda del cojinete acumulador de presión de acuerdo con la invención, que en este caso funciona como cojinete de apoyo y comprende elemento de elastómero con cámara hidráulica interna (2) y acumulador de presión (7), la unión enfoscada puede liberarse de la carga de peso axial de manera sencilla. Al mismo tiempo la rigidez de desplazamiento vertical del cojinete de apoyo de acumulador de presión (2 + 7) es muy baja, de modo que las deformaciones que actúan desde el exterior no conllevan una variación de la fuerza de elevación ajustada.

20 Ventajosamente se distribuyen varios cojinetes de apoyo (2+7) hidráulicos y elásticos de acuerdo con la invención por el perímetro de la pieza de transición (20) y, con ello por el revestimiento externo de torre.

25 Los cojinetes de acuerdo con la invención son altamente adecuados también para un reequipamiento de instalaciones marinas ya existentes, lo que no podría realizarse con las soluciones técnicas anteriores del estado de la técnica, o no de manera sencilla. A este respecto existe la posibilidad de levantar de manera precisa una unión enfoscada, ya deslizada, sencillamente mediante ajuste de la presión de llenado y con ello de la fuerza de apoyo.

30 La figura 13 muestra, como ejemplo de instalación, una comparación entre el apoyo del cojinete de apoyo hidráulico (2+7) de acuerdo con la invención y un resorte de elastómero (2.3) multicapa convencional. Con un resorte de elastómero convencional sin cámara hidráulica, la curva característica de fuerza-recorrido plana descrita anteriormente puede obtenerse únicamente utilizando una pieza constructiva multicapa. Es concebible incorporar al mismo tiempo ambos tipos de cojinete en una instalación marina.

35 Además del modo de construcción notablemente más compacto, la posibilidad de monitorizar la presión continuamente y con ello también monitorizar la fuerza de apoyo, es una ventaja adicional decisiva del cojinete acumulador de presión de acuerdo con la invención.

40 Lista de las magnitudes de referencia empleadas y su denominación

- 1 engranaje/generador (u otros componentes, cuyo peso debe soportarse)
- 2 elemento de elastómero que comprende las partes 2a, 11, 17 y opcionalmente 10
- 2.1 elemento de elastómero con cámara hidráulica interna
- 2.2 elemento de elastómero pretensado neumáticamente
- 2a material de elastómero del elemento 2
- 3 resorte blando en el diagrama mecánico de remplazo del elemento de elastómero (2)
- 4 resorte rígido en el diagrama mecánico de remplazo del elemento de elastómero (2)
- 5 pistón hidráulico en el diagrama mecánico de remplazo del elemento de elastómero (2)
- 6 soporte de motor
- 7 acumulador de presión
- 8 sensor de presión o manómetro
- 9 válvula de llenado
- 10 láminas de metal intermedias en el elemento de elastómero (2)
- 11 membrana en el elemento de elastómero (2)
- 11a membrana en el acumulador de presión (7)
- 12 soporte del momento de torsión (configurado opcionalmente como pieza de elastómero (2))
- 13 línea hidráulica
- 14 cojinete principal
- 15 árbol de rotor
- 15.1 entrada de árbol de rotor
- 15.2 árbol de rotor salida
- 15.3 árbol de rotor árbol intermedio

- 16 limitador de flujo
- 17 cavidad / espacio de desplazamiento en el elemento de elastómero (2) para el alojamiento de líquido o gas
- 18 tubo de cimentación del parque eólico marino ("de un solo pilar")
- 19 mortero de enfoscado (unión enfoscada)
- 20 pieza de transición
- A zona de trabajo del cojinete de apoyo hidráulico
- B punto de inflexión de la curva característica, determinado por la presión de pre-llenado del acumulador de presión

A continuación, se explican brevemente las figuras.

- La figura 1: muestra un diagrama funcional de un cojinete de apoyo de acuerdo con la invención
- La figura 2: muestra un cojinete de apoyo hidráulico-elástico de acuerdo con la invención con acumulador de presión con llenado de líquido/gas integrado en el elemento de elastómero (2).
- La figura 3: muestra un cojinete de apoyo neumático de acuerdo con la invención con acumulador de presión con llenado de líquido/gas integrado en el elemento de elastómero (2)
- La figura 4: muestra una curva característica de rigidez de un cojinete de apoyo de acuerdo con la invención. La zona de trabajo del cojinete está situada en la zona entre los ejes A y B. X: recorrido, eje Y: fuerza.
- La figura 5: muestra un fragmento en tres dimensiones de un aerogenerador con generador accionado directamente y soporte del momento de torsión hidráulico.
- La figura 6: muestra un aerogenerador con generador accionado directamente, soporte del momento de torsión hidráulico y un cojinete de apoyo de acuerdo con la invención.
- La figura 7: muestra un fragmento (A) de la figura 6, que representa, aumentado, el cojinete de apoyo de acuerdo con la invención.
- La figura 8: muestra, en una disposición en 3D, un engranaje de un aerogenerador con soporte del momento de torsión hidráulico dispuesto en forma anular, que se soporta mediante los cojinetes de apoyo hidráulico o neumático de acuerdo con la invención (no mostrado).
- La figura 9: muestra un fragmento en tres dimensiones de un aerogenerador con generador accionado mediante acoplamiento, amortiguándose los árboles de rotor/de transmisión mediante elementos de acumulador de presión hidráulicos.
- La figura 10: muestra un fragmento en tres dimensiones de un aerogenerador con generador accionado mediante acoplamiento, estando unidos los árboles de rotor/de transmisión entre sí a través de un árbol intermedio y amortiguándose mediante elementos acumuladores de presión hidráulicos en las zonas de acoplamiento.
- La figura 11: muestra el acoplamiento entre engranajes y árboles de rotor en sección transversal con elementos de acumulador de presión hidráulicos entre las mordazas/dientes del acoplamiento.
- La figura 12: muestra un diagrama del acumulador de presión bajo carga en los cojinetes y acoplamientos de acuerdo con la invención.
- La figura 13: muestra un fragmento en tres dimensiones de un aerogenerador marino, con cojinete de apoyo de acuerdo con la invención incorporado, que presenta un elemento acumulador de presión de elastómero con cámara hidráulica interna.

REIVINDICACIONES

1. Uso de un cojinete acumulador de presión que comprende esencialmente

- 5 (i) un elemento de elastómero (2) pretensado de manera hidráulica o neumática, que presenta un espacio de desplazamiento (17) para un gas o un líquido, en el que una membrana (11) separa la capa de elastómero (2a) del elemento de elastómero (2), del espacio de desplazamiento (17) entre sí, y la capa de elastómero presenta láminas metálicas intermedias (10), y
- 10 (ii) un acumulador de presión (7) accionado con gas o líquido, que está integrado en el elemento de elastómero (2),
- 15 en el que acumulador de presión y elemento de elastómero están conectados entre sí y presentando entradas (13) para la alimentación de líquido y/o gas, así como dispositivos para ajustar y regular (8) (9) la cantidad y la presión de dicho líquido o de dicho gas,
- como cojinete de apoyo en aerogeneradores con generador accionado directamente para apoyo del peso del mismo, de un engranaje o del árbol de rotor en la sección después del cojinete principal (14).

2. Uso de un cojinete acumulador de presión según la reivindicación 1 para prevenir o reducir altas cargas radiales sobre el cojinete principal (14) del rotor del aerogenerador.

20 3. Uso de un cojinete acumulador de presión según la reivindicación 1 o 2 como soporte del momento de torsión (12) hidráulico en la zona del generador, del engranaje o árbol de rotor.

4. Uso de un cojinete acumulador de presión según la reivindicación 3, en el que el uso se realiza con dos o más soportes del momento de torsión (12), que están dispuestos radialmente alrededor del engranaje o del bloque de generador.

25

5. Uso de un cojinete acumulador de presión según la reivindicación 1 para el soporte de uniones de enfoscado en cimentaciones de un solo pilar en aerogeneradores marinos.

FIG. 1:

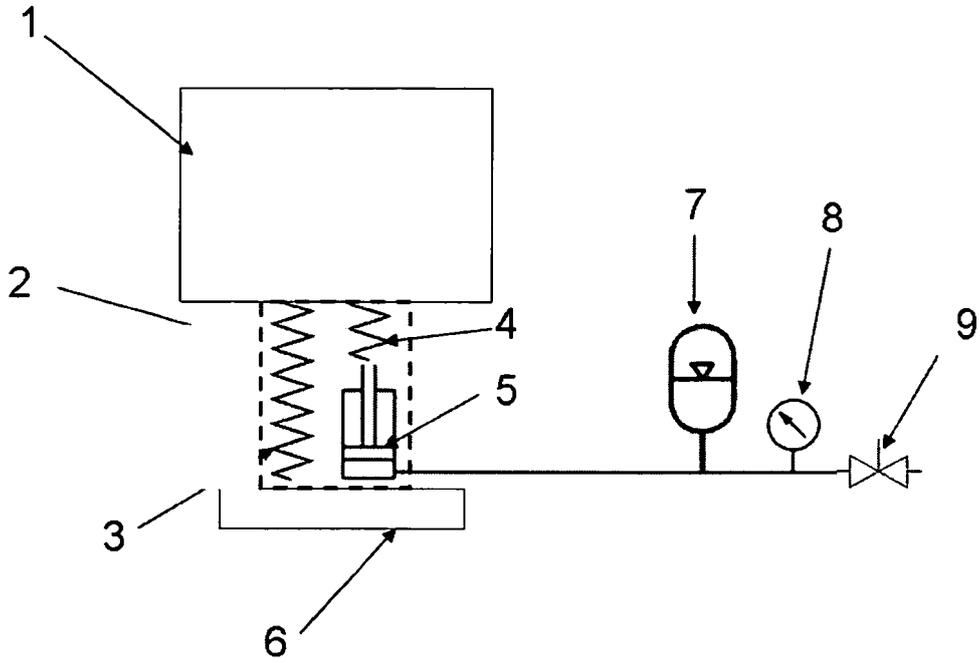


FIG. 2:

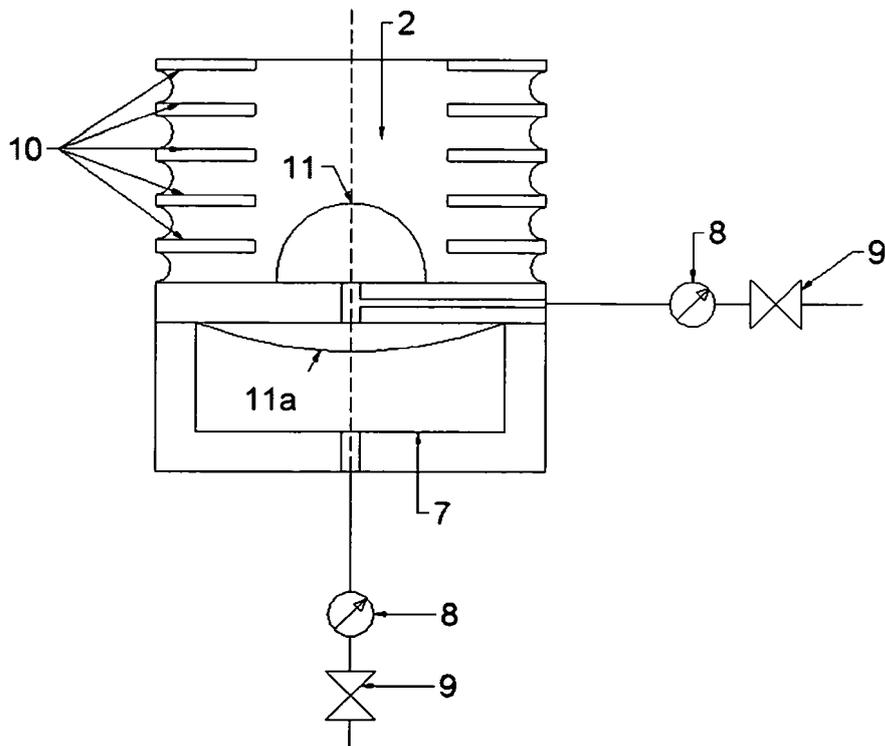


FIG. 3:

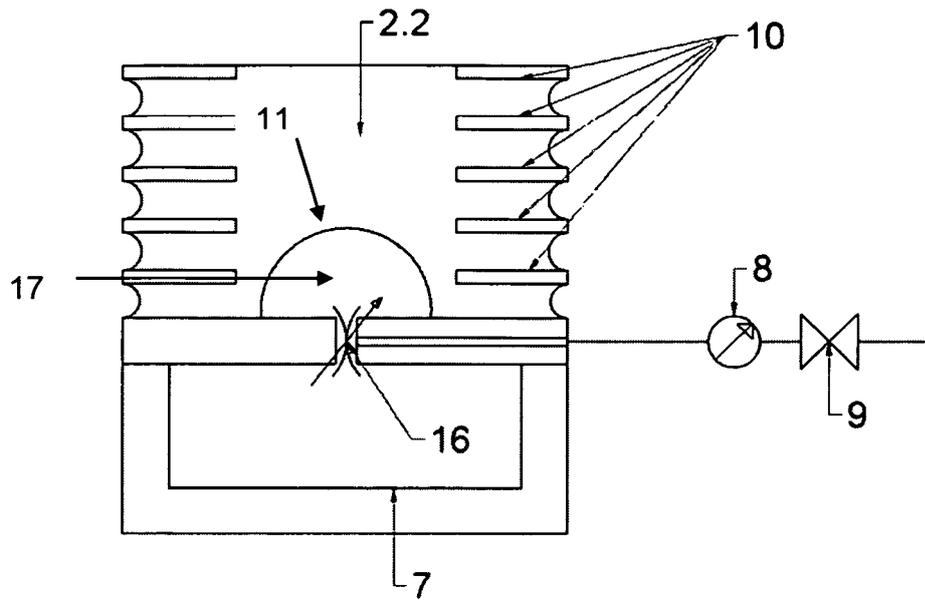


FIG. 4:

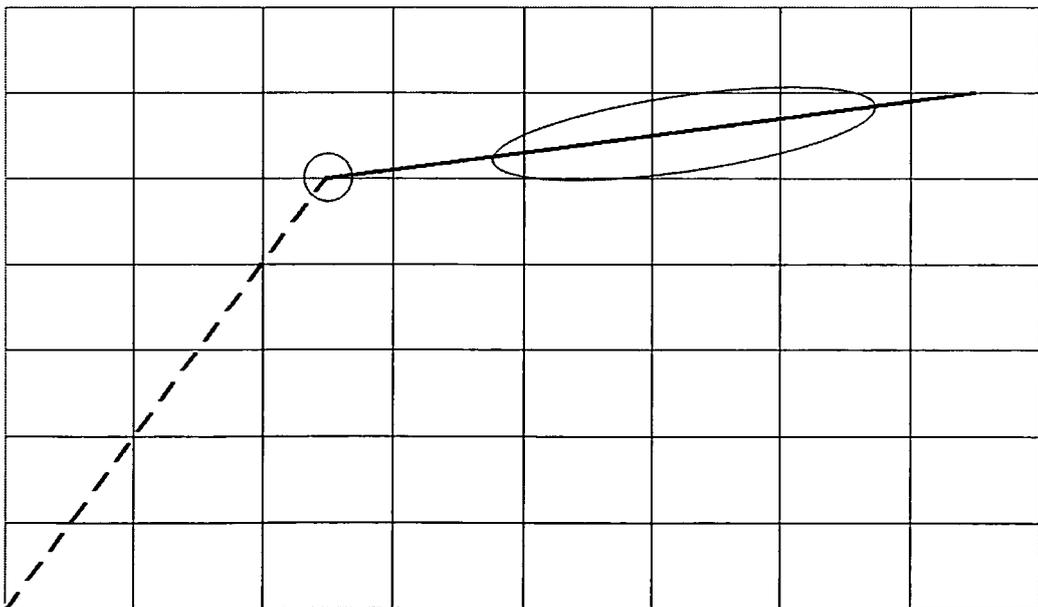


FIG. 5:

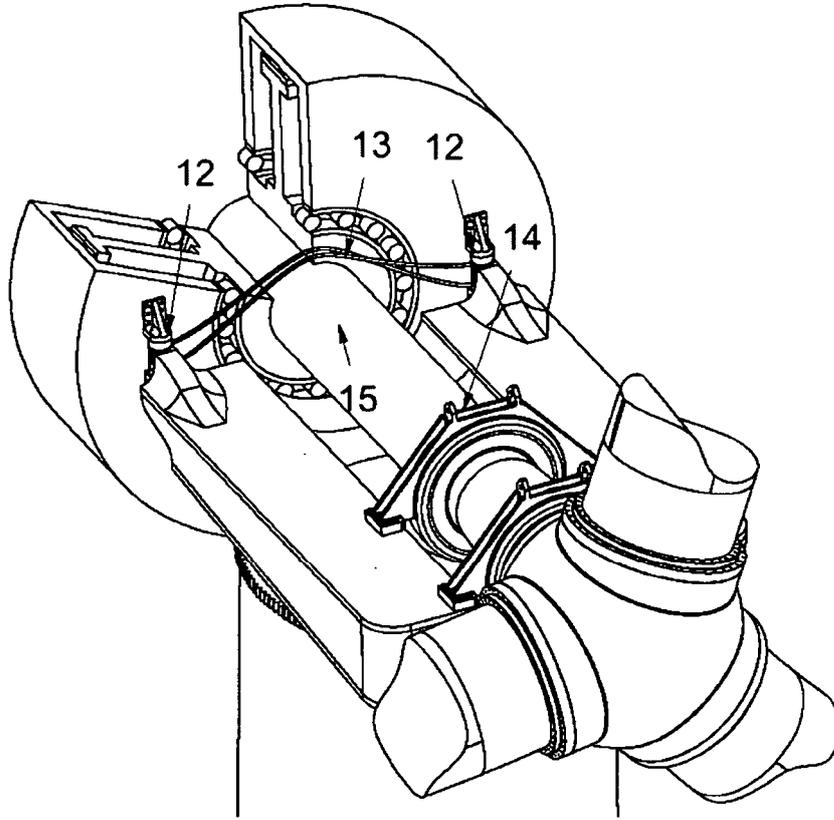


FIG. 6:

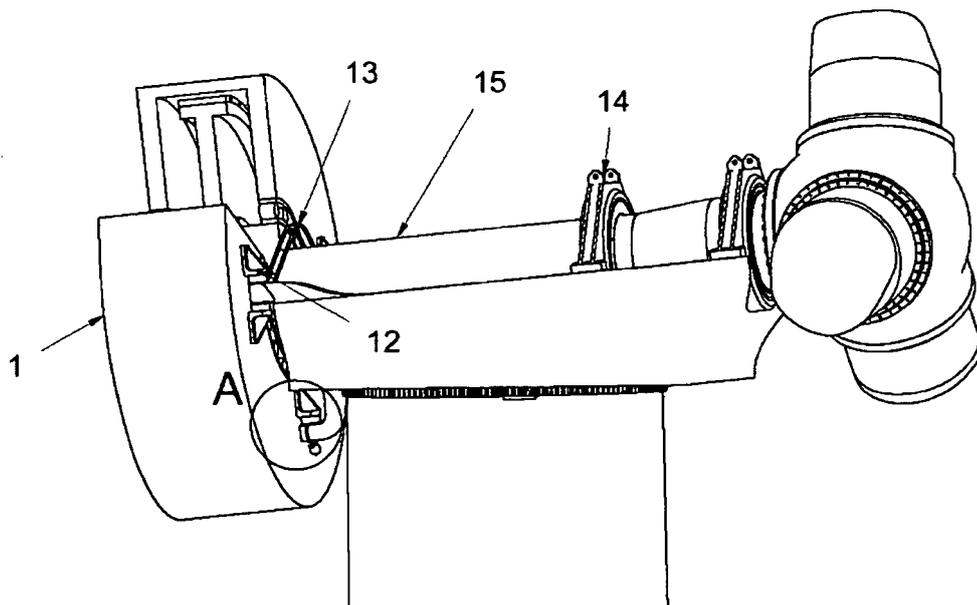


FIG. 7:

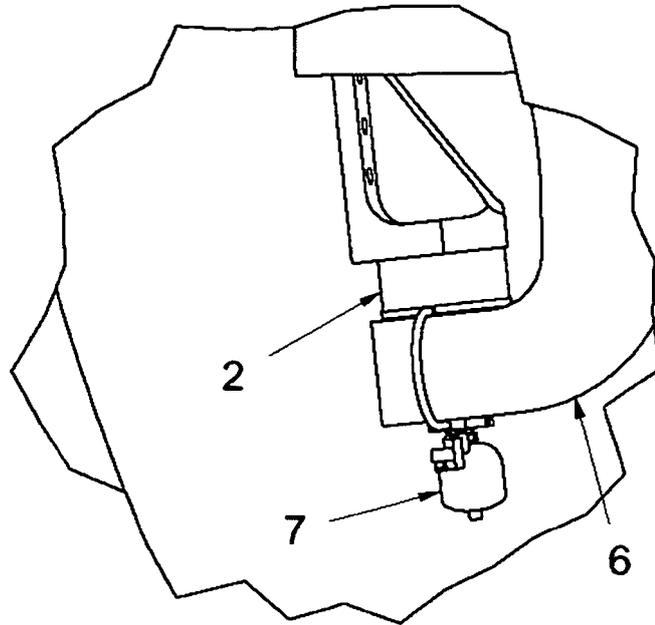


FIG. 8:

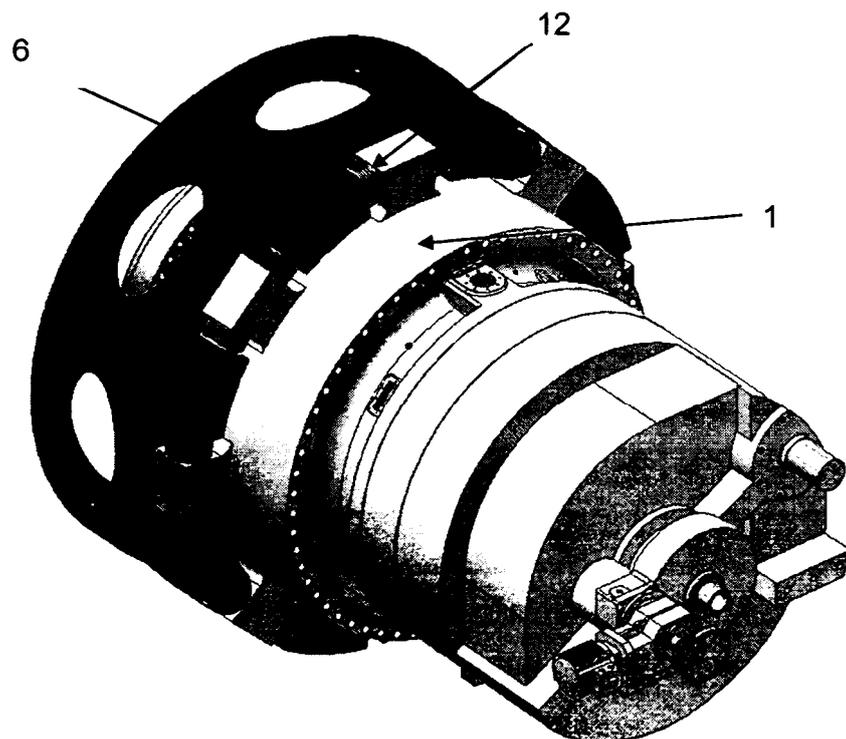


FIG. 9 :

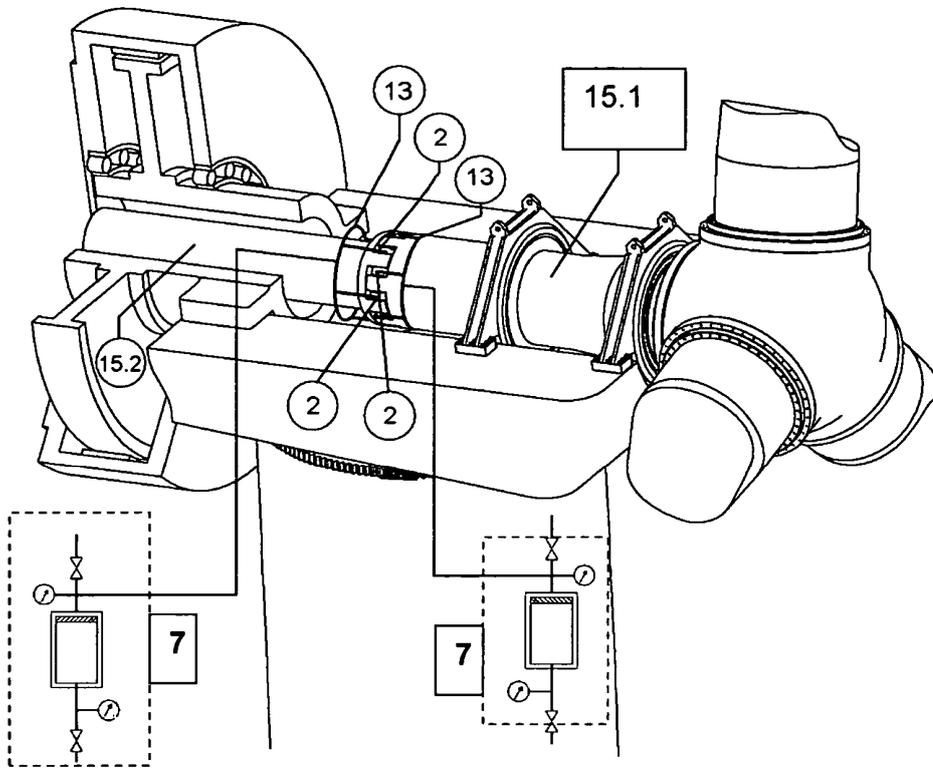


FIG. 10 :

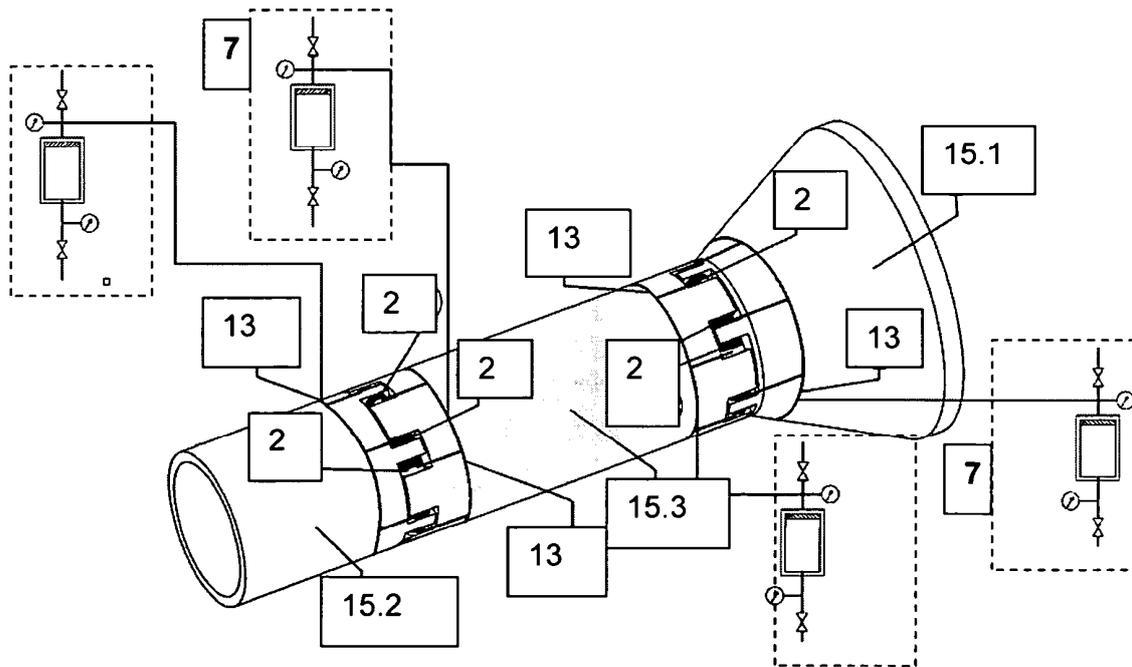


FIG. 11 :

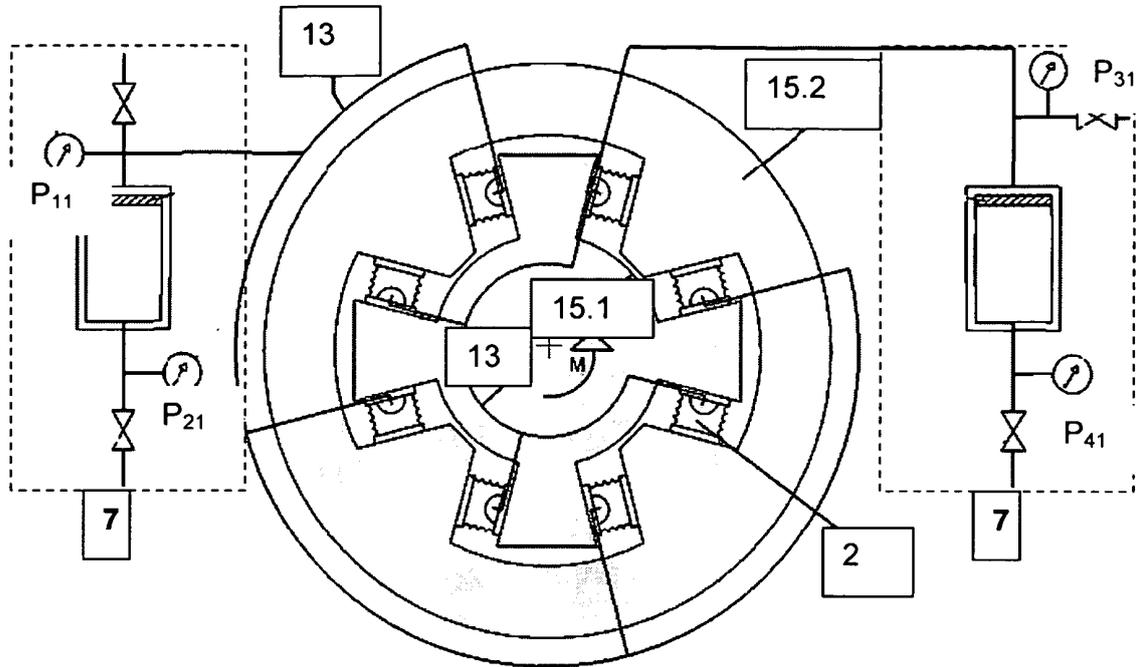


FIG. 12 :

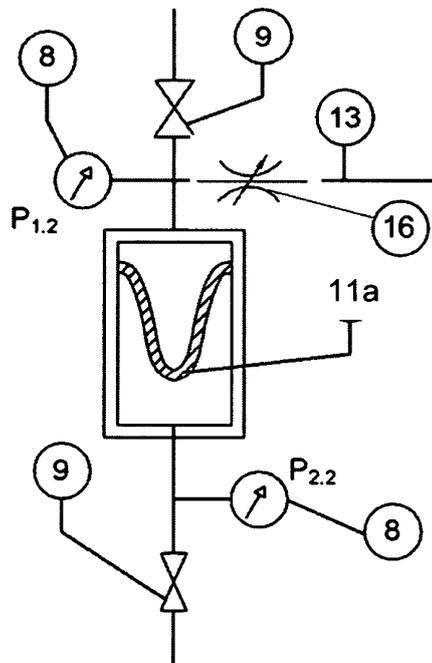
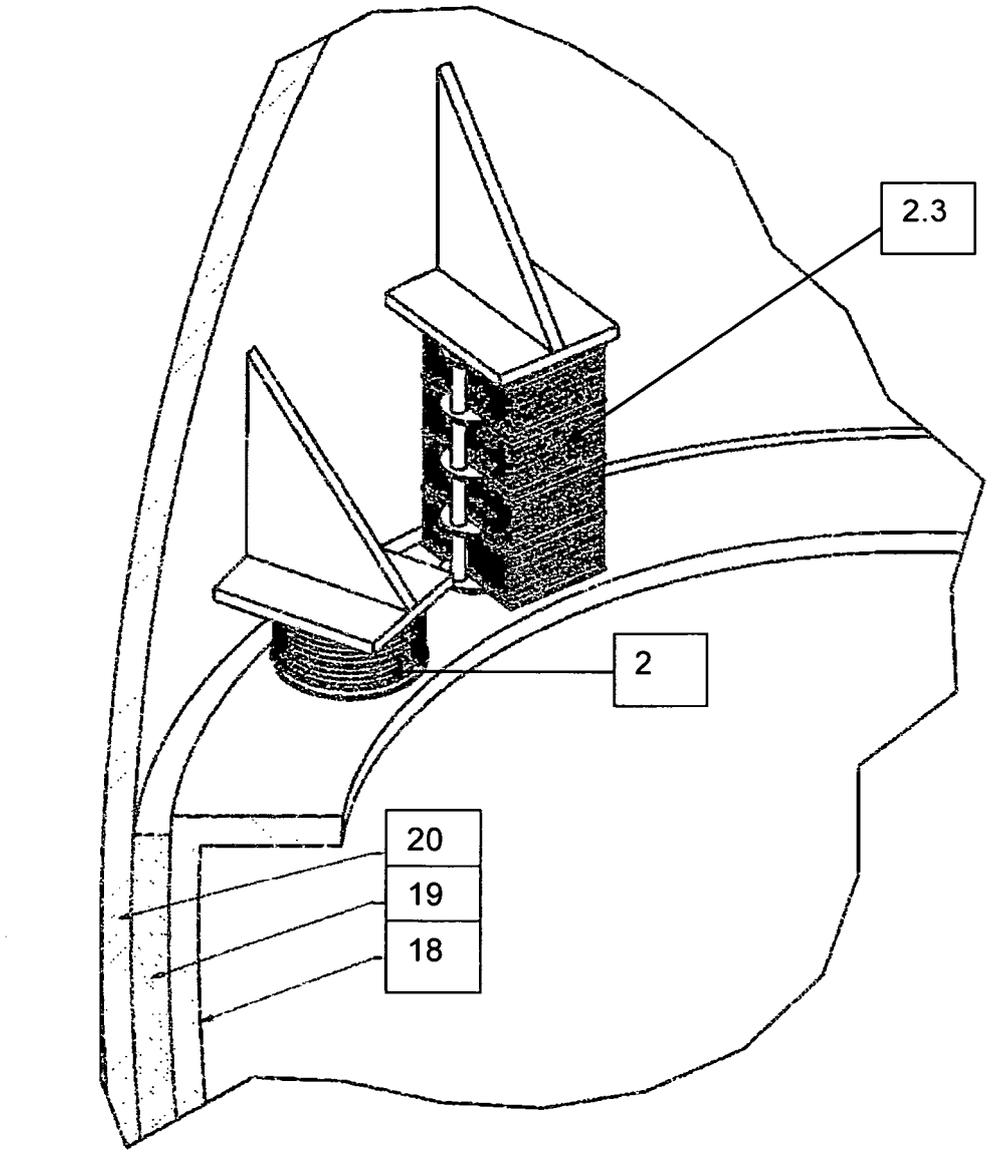


FIG. 13 :



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

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 A2 [0003] [0009]
- EP 2003362 A [0010] [0022]

10