

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 409**

51 Int. Cl.:

F16F 1/40 (2006.01)

F16F 13/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.06.2008 E 08010491 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2017 EP 2003362**

54 Título: **Elemento de resorte de elastómero pretensado hidráulicamente y su uso en cojinetes de aerogeneradores**

30 Prioridad:

14.06.2007 EP 07011643

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

27.02.2018

73 Titular/es:

**FM ENERGIE GMBH & CO. KG (100.0%)
Im Rosengarten 16
64646 Heppenheim, DE**

72 Inventor/es:

MITSCH, FRANZ

74 Agente/Representante:

ILLESCAS TABOADA, Manuel

ES 2 656 409 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

Elemento de resorte de elastómero pretensado hidráulicamente y su uso en cojinetes de aerogeneradores

5 La invención se refiere a elementos de resorte y cojinetes que contienen estos elementos de resorte, pudiéndose regular individualmente mediante pretensado la rigidez de resorte de los cojinetes o elementos de resorte por medio de cuerpos de elastómero deformables, o capas de elastómero. La deformación de las capas de elastómero y, por tanto, de los elementos de resorte se obtiene mediante un dispositivo hidráulico configurado correspondientemente. La estanqueidad de los elementos de resorte y cojinetes de acuerdo con la invención se obtiene por medio de
10 elementos de obturación especiales pretensados hidráulicamente, el uso de una membrana de presión y características constructivas especiales de los elementos de elastómero. Los cojinetes de elastómero de acuerdo con la invención incluidos sus elementos de resorte son particularmente apropiados para el uso en cojinetes de dos o varios puntos de contacto en construcciones de rotor y engranaje de grandes aerogeneradores y sirven en ellos para amortiguar vibraciones de amortiguación y del grupo de propulsión que pueden provocar particularmente
15 fuerzas de desplazamiento, flexión y deformación y que pueden aparecer especialmente en situaciones de carga extrema del generador.

Se conocen y se emplean elementos de resorte elásticos en muchas áreas de la técnica preferentemente para la amortiguación de vibraciones y fuerzas. A este respecto, el elemento de resorte tiene una rigidez definida,
20 prestablecida por el tipo, el tamaño, la forma y el número de las capas de elastómero presentes, que, dado el caso, tras la inserción del elemento de resorte, puede configurarse de manera variable dentro de ciertos límites.

En el caso de grandes aerogeneradores con potencias de más de dos megavatios, no es raro que, particularmente en palas de rotor, eje de rotor y alojamiento de grupo propulsor, pero también en la propia góndola, actúen fuerzas
25 de gran intensidad que exponen a grandes cargas los cojinetes de dos, tres o cuatro puntos de contacto de los engranajes y generadores, de tal modo que pueden producirse desplazamientos correspondientes, deformaciones, torsiones, cabeceos, particularmente también verticales, de la instalación, posiblemente con daños del material o de componentes individuales.

30 El grupo propulsor de aerogeneradores se fija por regla general de manera elástica en el soporte mecánico. Esto se efectúa por razones de aislamiento del sonido propagado por estructuras sólidas y también para posibilitar desplazamientos del sistema. Comúnmente, los cojinetes conocidos están equipados con elementos elásticos pasivos que pueden amortiguar al menos una parte de tales fuerzas de reacción y vibraciones generadas gracias a su orientación y a diferentes rigideces previamente configuradas.
35

En el caso de que aparezcan cargas muy intensas, particularmente repentinas y rápidas (caso de carga extrema) sobre todo en dirección vertical, es decir, normalmente en la dirección en la que los elementos de resorte de elastómero dispuestos presentan, por lo común, una elevada rigidez de resorte, no basta la elasticidad o rigidez de estos elementos que, en relación con su rigidez regulable, están diseñados por regla general para cargas y fuerzas
40 promedias que se generan comúnmente de manera particular sobre el apoyo del grupo propulsor, de tal modo que las mencionadas deformaciones, desplazamientos y alabeos que aparecen en la instalación provocan daños en la instalación, sobre todo en los engranajes, como se describe con más detalle a continuación.

Para el apoyo del grupo propulsor de aerogeneradores se utilizan diferentes sistemas en el estado de la técnica. Uno
45 de los sistemas es el cojinete de pares con eje de rotor rígido (figuras 1 y 2). En este sistema, el eje de rotor está unido en cardán de manera rígida con el soporte mecánico, es decir, sobre el eje de rotor se asientan dos cojinetes de rodillo (02) (cojinete flotante y cojinete sólido) que transmiten todos los pares de guiñada y de vuelco. La ventaja de este sistema es la transmisión en la torre de todas las cargas que se generan en el rotor (01) en un trayecto corto. Otra ventaja es que, al desmontar el rotor, el eje de rotor (03) y los engranajes (04) se pueden quedar en la
50 instalación. Simultáneamente, se pueden desmontar también los engranajes sin retirar el eje de rotor. El apoyo, como se ha descrito, se puede efectuar por medio de dos cojinetes de rodillo o mediante un cojinete de pares grande, lo cual produce la misma función mecánica. El par de fuerzas es apoyado de acuerdo con el estado de la técnica a ambos lados en los engranajes. La desventaja de este sistema es el apoyo indeterminado que se produce por los cuatro puntos de contacto de cojinete. Debido a este apoyo indeterminado, se producen tensiones forzadas
55 que pueden tener las siguientes causas: tolerancias de fabricación y montaje, errores de alineación, posición inclinada en el eje de rotor y en la brida de engranajes y también la flexión de todos los elementos portantes entre sí en caso de actuación de fuerza asimétrica a través del rotor. En el rotor aparecen, además del par de fuerzas de accionamiento, también otros pares. Estos se generan, por ejemplo, por flujos de viento desiguales o también por el paso de la hoja de rotor en la torre.
60

De acuerdo con el estado de la técnica, se utilizan componentes de elastómero lo más blandos posible para el apoyo de pares de fuerza de engranajes, de tal modo que las fuerzas de desplazamiento se mantienen lo más bajas posible. Esto, sin embargo, también produce un gran movimiento de giro de los engranajes al introducirse cargas, lo que a su vez produce un desplazamiento del eje de salida de engranaje hacia el eje de generador, lo que es
65 desventajoso, de tal modo de esta blandura de los componentes de elastómero se puede aplicar solo de manera limitada, o se requieren complejos acoplamientos entre engranajes y generador correspondientemente.

El sistema descrito en el documento EP 1 566 543 A1 posibilita eliminar las fuerzas de tensión mencionadas anteriormente fuera del cojinete de cuatro puntos de contacto del aerogenerador. En esta solicitud, se describe un cojinete de elastómero para aerogeneradores con rigidez regulable en el que los elementos de elastómero en la mencionada dirección vertical pueden modificarse en su rigidez por medio de un mecanismo hidráulico o mecánico.

5 Estos elementos de resorte consisten esencialmente en una placa de conexión y una placa final entre las cuales se encuentra al menos una capa de elastómero, presentando la placa de conexión una abertura con una parte de conexión a través de la cual, con un elemento de desplazamiento en forma de un líquido hidráulico o un elemento de pistón móvil, se puede ejercer presión sobre la capa de elastómero, por medio de lo cual se obtiene una elevación del pretensado del elemento de resorte y, por tanto, una rigidez en dirección vertical.

10 En la práctica, estos elementos de resorte han resultado ser problemáticos, aunque obtienen los efectos técnicos deseados en relación con la amortiguación, porque con las elevadas presiones necesarias que deben generarse para aumentar suficientemente la rigidez en dirección vertical aparecen en ocasiones problemas de estanqueidad con pérdida de líquido hidráulico, y esto a pesar de que las capas de elastómero, que son comprimidas por líquido hidráulico, estén unidas de manera fija por vulcanización y / o pegado con las partes circundantes.

Después de investigaciones y pruebas más detalladas con el elemento de resorte descrito en el documento EP 1 566 543 y también de manera general con otros cojinetes de elastómero del estado de la técnica, sorprendentemente se ha puesto de manifiesto que, particularmente en el caso de componentes de elastómero de gran volumen, cuando están en contacto bajo presión con líquidos de cualquier tipo (por ejemplo, agua, aceite, alcoholes, mezclas de éstos) no se pueden obturar sin más. Manifiestamente, en caso de carga duradera y bajo altas presiones, pequeñas gotas del líquido hidráulico son absorbidas por la estructura porosa presente, particularmente en caso de un gran volumen de elastómero, y son transportadas continuamente a través de las estructuras de flujo difícilmente evitables en el material de elastómero hasta que salen por diferentes puntos de componentes, muchas veces inesperados. Sin limitarse a una teoría, estos resultados pueden interpretarse de tal modo que una gotita del líquido hidráulico es presionada en el espacio hidráulico correspondiente en una pequeña muesca o poro en la superficie del elastómero adyacente que se abre y cierra durante la carga dinámica, de tal modo que la gotita queda encerrada y es transportada de manera continua hasta que llega al final del elastómero o del componente y, con ello, hace aparecer una fuga. El escape de líquido hidráulico de los elementos de resorte o cojinetes del documento EP 1 566 543 A1 representa, por tanto, un problema que requiere solución.

Además, se ha puesto de manifiesto que el contacto directo del líquido hidráulico con el material de elastómero de los elementos de resorte bajo el efecto de altas presiones puede provocar una durabilidad o elasticidad reducida del elastómero, de tal modo que los elementos de resorte correspondientes, dado el caso, deben ser reemplazados antes.

Por tanto, se plantea el objetivo de proporcionar elementos de resorte o cojinetes correspondientes sobre la base de la concepción básica del documento EP 1 566 543 A1 que, con la misma o mejorada posibilidad de regulación de la rigidez del elemento de resorte, no presenten las desventajas descritas de los correspondientes cojinetes del estado de la técnica.

El objetivo se ha resuelto por medio de los elementos de resorte, cojinetes y su aplicación especificados a continuación y en las reivindicaciones.

45 Objeto de la invención es, por tanto, un elemento de resorte regulable en su rigidez por medio de presión generada hidráulicamente, compuesto de capas, que comprende en lo esencial dos o más capas de elastómero (1), capas intermedias (2) no elásticas, uno o varios dispositivos hidráulicos, incluidos elementos de obturación (4, 7, 9, 11, 12) y, dado el caso, placas finales no elásticas, estando separadas entre sí dos capas de elastómero por una capa o placa intermedia y poseyendo las capas no elásticas una abertura o taladro dispuesto de manera céntrica, de tal modo que el elemento de resorte presenta al menos en el interior un núcleo continuo de elastómero con el que están en conexión las capas de elastómero, estando previsto -visto en dirección vertical respecto a las capas- en uno de los lados del elemento de resorte, o en ambos lados, el mencionado dispositivo hidráulico que, mediante desplazamiento o introducción de un líquido hidráulico por medio de presión hidráulica en el elemento de resorte, produce la compresión del material de elastómero (1) en la zona central del mismo en dirección vertical respecto a las capas, de tal modo que se produce o aumenta un espacio de desplazamiento. A este respecto, dicho elemento de resorte se caracteriza porque entre la capa de elastómero en la zona central del elemento de resorte y el espacio de desplazamiento está dispuesta una membrana de presión elástica (5) que está unida de manera fija en su borde preferentemente exterior con el dispositivo hidráulico o partes de él, de tal modo que se genera un espacio de membrana (12) que, al menos en presencia de una presión hidráulica, se corresponde con el espacio de desplazamiento y contiene líquido hidráulico, y el dispositivo hidráulico comprende uno o varios elementos de obturación que presentan un pretensado y están dispuestos de tal modo que generan sobre la membrana de presión en la zona de su unión con el dispositivo hidráulico una presión elevada respecto a la presión en el espacio de membrana, por medio de lo cual la unión fija con el espacio de membrana que presenta líquido hidráulico permanece absolutamente estanca a la presión en el interior del espacio de membrana incluso en caso de presiones muy altas.

De manera general, de acuerdo con la invención se entiende por "espacio de desplazamiento" el espacio que se

5 produce mediante la introducción de un líquido hidráulico en el elemento de resorte generando una presión hidráulica por compresión de material de elastómero o que, dado el caso, ya está presente previamente. Por el contrario, por "espacio de membrana" (12) se entiende el espacio geométrico que se forma entre la placa de membrana (9) y la membrana de presión (5) sujeta sobre esta. Por regla general, bajo presión, el espacio de membrana se corresponde en lo esencial con el espacio de desplazamiento.

10 Particularmente es objeto de la invención un elemento de resorte correspondiente en el que la membrana de presión elástica (5) se apoya sobre una placa de membrana (9) perteneciente al dispositivo hidráulico y está unida en su borde a dicha placa por medio de un reborde elástico (10) que llena una escotadura (10a) con forma de ranura en T en la placa de membrana, y un elemento no elástico intensificador de presión (6), preferentemente un perfil anular, está dispuesto entre capa de elastómero (1) y la membrana de presión en la zona de su reborde, el cual posee un perfil con la forma correspondiente que, en caso de pretensado, que debe corresponderse con una presión mayor que la presión en el espacio de membrana (12), es presionado en el material elástico en la zona del reborde de la membrana de presión y, de esta manera, provoca una obturación precisa en la zona de la ranura en T de la placa de membrana.

15 Además, se ha encontrado que la obturación es particularmente ventajosa, estable y completa si entre elemento intensificador de presión (6) y reborde elástico (10) de la membrana de presión se proporciona un espacio de pretensado (10c) que puede estar formado por una escotadura correspondiente, preferentemente con forma de cuña, en el material de los elementos de obturación o de las partes del dispositivo hidráulico correspondientes.

20 En una forma de realización particularmente sencilla, se prescinde del elemento intensificador de presión (6), por ejemplo, el perfil anular, y se sustituye funcionalmente por la placa de membrana (9) que, en este caso, sin embargo, es presionada en la zona de la ranura en T de tal modo que se produce localmente una presión elevada, lo que provoca una mayor obturación en esta zona (figura 9).

25 En las formas de realización de las figuras 6, 7 y 8, la membrana es típicamente una membrana redonda que se apoya de manera plana sobre la placa de membrana (9). Mediante la correspondiente introducción de un líquido hidráulico, la membrana se hincha, por medio de lo cual se produce una compresión de las capas de elastómero (1) que se encuentran al otro lado de la membrana y entre placa de membrana (9) y la membrana aparece un espacio de desplazamiento o de membrana (figura 6). En otra forma de realización ventajosa, la placa de membrana (9) presenta una superficie curvada cóncavamente, de tal modo que, con membrana de presión (5) sujeta de manera plana, ya se encuentra presente, sin presión generada, un espacio de membrana que se forma entre el lado inferior de la membrana sujeta de manera plana y la superficie cóncava de la placa de membrana (figuras 7, 8).

30 En otra forma de realización, también la capa de elastómero (1) puede poseer en la zona de la superficie de contacto con la membrana de presión (5) una escotadura curvada cóncavamente.

35 En una forma de realización particularmente ventajosa, tanto la placa de membrana (9) como la capa de elastómero que se encuentra sobre la membrana de presión presentan una superficie cóncava correspondiente, de tal modo que se presenta un espacio de membrana o de desplazamiento lenticular.

40 Objeto de la invención también es un elemento de resorte correspondiente en el que la placa de membrana (9) presenta conductos (4) y conexiones (7) de alimentación hidráulicos que atraviesan la placa de membrana y desembocan en el espacio de membrana y pueden alimentar este con líquido hidráulico.

45 En otra serie de realizaciones de los elementos de resorte de acuerdo con la invención, estos presentan una placa de soporte (11) para las capas de elastómero (1) que preferentemente poseen una escotadura en la que tiene sitio la placa de membrana (9) como parte separada de la placa de soporte.

50 En una forma de realización particular, en esta solución la placa de membrana también puede estar tensada respecto a la propia placa de soporte.

55 Objeto de la invención son, además, elementos de resorte del mismo principio descrito, pero que, debido a su diseño para ahorrar espacio, presentan características constructivas particulares. De esto modo, la invención comprende un elemento de resorte en el que la membrana de presión elástica (5) presenta un reborde (10) perimetral final elástico con forma de T, que consiste en un reborde exterior (26) y un reborde interior (23), y está unida con una placa de membrana (9) perteneciente al dispositivo hidráulico de manera estanca a la presión de tal modo que dichos rebordes están introducidos en un perfil hueco (10b) con forma de T formado de manera correspondiente y que está formado por una cabeza de membrana (9a) formada correspondientemente y un disco de pretensado (21), donde
60 (a) la cabeza de membrana es una parte de la placa de membrana (9) y está dispuesta dentro de la membrana y del espacio de membrana (12), así como poseyendo un labio perimetral (24) que sobresale y que aloja el reborde interior (23) de la membrana, y (b) la placa de pretensado presenta una abertura o escotadura con forma anular que aloja la cabeza de membrana (9a) con la membrana de presión de manera precisa, y estando formado el borde de la
65 abertura / escotadura por un labio que sobresale y que aloja el reborde elástico exterior (26) de la membrana.

En una forma de realización particular, el disco de pretensado (21) se sitúa total o parcialmente sobre la placa de membrana (9) fuera de la zona de la cabeza de membrana (9a) y está dispuesto entre la primera capa de elastómero (1) o, dado el caso, la placa de soporte de elastómero y dicha placa de membrana. En este caso, el disco de pretensado (21) está preferentemente unido de manera fija con las capas de elastómero (1) fuera de la zona de la membrana de presión.

Además, el disco de membrana (9) está tensado preferentemente contra el disco de pretensado (21) por medio de elementos de fijación, de tal modo que se comprime el reborde elástico (23, 26) con forma de T de la membrana de presión.

El disco o placa de pretensado (21), de acuerdo con la invención, también puede ser placa de soporte para el elemento de resorte, poseyendo en esta realización una escotadura precisa en la zona de la membrana de presión en la que se inserta la placa de membrana (9) formada correspondientemente con su cabeza de membrana (9a) formada correspondientemente y se tensa con la placa (21) por medio de elementos de fijación.

En general, en las formas de realización en cuestión, la placa de membrana (9) presenta al menos un conducto y conexión hidráulica (4, 7), atravesando el conducto hidráulico la cabeza de membrana (9a) y desembocando en el espacio de membrana (12).

También los elementos de resorte que ocupan un espacio de construcción menor presentan preferentemente un espacio de pretensado (22) que se forma en el estado no tensado en la zona en la que se encuentran el reborde exterior (26), el disco de membrana (9) y el disco de pretensado (21), y que se cierra por completo al tensarse los elementos (21) y (9) por presión de material de reborde.

La membrana de presión elástica (5) de acuerdo con la invención, debe tener de acuerdo con la invención cierta blandura y flexibilidad. Tales membranas son apropiadas preferentemente para elementos de resorte de acuerdo con la invención en los que se desea o requiere una superficie de base grande. En elementos de resorte que no deben ocupar mucho espacio, no son deseables tales membranas de presión de gran superficie y se reemplazan de acuerdo con la invención por membranas con forma cónica o paraboloide que se emplean preferentemente en realización rígida y poco flexible, pero elástica en cuanto a dilatación. Objeto de la invención son, por tanto, tales elementos de resorte en los que la membrana de presión (5) es rígida y presenta una forma espacial paraboloide o con forma cónica que forma con la cabeza de membrana (9a) que se encuentra en la base un espacio hueco de membrana (12) formado correspondientemente como sombrero cónico o un sombrero cónico de membrana (12a).

Objeto de la invención también son particularmente los elementos de resorte correspondientes en los que las capas de elastómero (1) poseen en el centro del elemento de resorte una cavidad formada correspondientemente con forma cónica al espacio hueco de membrana (12) que es llenada por el sombrero cónico de membrana (12a) formado por la membrana de presión. Tales elementos de resorte pueden ser modificados de tal modo que el espacio hueco de membrana (12) del sombrero cónico de membrana de presión (12a) presenta un dispositivo de tope (50) que, en caso de sobrecarga del sistema, impide que la membrana de presión con forma cónica colapse de manera irreversible. Tal dispositivo de tope está fabricado de un material no elástico preferentemente en forma de un sombrero cónico que está dispuesto de manera central en el interior del espacio hueco de membrana (12) sobre la superficie de la cabeza de membrana (12a) y presenta una guía de entrada, así como una conexión con el conducto hidráulico (4). La guía de entrada también puede estar realizada en forma de un intersticio anular.

De manera general, los dispositivos hidráulicos descritos, incluidas membranas de presión y elementos de obturación, pueden estar montados a ambos lados (el superior y el inferior) del elemento de resorte. Tales elementos de resorte son particularmente apropiados cuando deben ser muy grandes, de tal modo que una presión generada en un solo lado puede ser desfavorable. En la mayoría de los casos basta con que el elemento de resorte esté equipado en un solo lado con un dispositivo correspondiente.

En tales casos, un elemento de resorte de este tipo puede estar equipado de tal manera que presente una escotadura o un espacio hueco (40) en el material de elastómero en el lado opuesto al dispositivo hidráulico, en la zona central del elemento de resorte, que esté formado y configurado de tal modo que esté separado por medio de un puente (42) de material de elastómero de las capas (1) del espacio de membrana (12), de tal modo que el puente, al elevarse la presión hidráulica en el espacio de membrana pueda ser presionado al interior del espacio hueco o la escotadura. De esta manera, es posible una mayor variabilidad de la regulación de la rigidez, particularmente si la escotadura o el espacio hueco (40) presentan adicionalmente un elemento de calibración (3, 8) no elástico con cuya ayuda se pueda modificar el volumen de la escotadura o del espacio hueco (4).

Los elementos de resorte descritos son muy apropiados para ser empleados como cojinetes para máquinas o engranajes. Objeto de la invención es, por tanto, un cojinete que comprende al menos dos elementos de resorte orientados o dispuestos de igual manera y, por tanto, que actúan de igual modo en relación a sus características de amortiguación, entre los cuales están fijados los engranajes o la máquina, como se ha descrito anteriormente y se describe a continuación y en las reivindicaciones. Para obtener un efecto de amortiguación óptimo, los elementos de resorte de acuerdo con la invención están unidos entre sí mediante conductos hidráulicos (34, 35) dispuestos de

forma cruzada, por medio de lo cual los cojinetes obtienen las características descritas. Además, pueden estar equipados con al menos una válvula de alivio (31) y una válvula de mariposa (33, 36, 37) para el control preciso en instalaciones que se encuentran bajo carga, como también se explica a continuación.

- 5 Objeto de la invención es, finalmente, la utilización de los cojinetes o elementos de resorte descritos. Estos están previstos para la utilización en máquinas, pero particularmente en aerogeneradores, y sirven para la amortiguación de fuerzas de flexión, deformación y desplazamiento que aparecen particularmente en el caso de carga extrema en dirección vertical respecto a los elementos de resorte montados.
- 10 A continuación, se explican brevemente los dibujos:

Fig. 1	Sistema global
Fig. 2	Engranaje con apoyo de pares de fuerza de elastómero
Fig. 3	Características en par de fuerza
Fig. 4	Características en desplazamiento
Fig. 5	Curva característica de rigidez
Fig. 6	Membrana plana
Fig. 7	Membrana plana en representación despiezada
Fig. 8	Membrana plana, detalle del anillo intensificador de presión
Fig. 9	Membrana plana, elevación del pretensado por deformación de la placa de membrana
Fig. 10	Membrana plana, elevación del pretensado por deformación de la placa de membrana
Fig. 11	Estructura con membrana parabólica
Fig. 12	Estructura con membrana parabólica en representación despiezada
Fig. 13	Membrana parabólica, fragmento del espacio de pretensado
Fig. 14	Pretensado por medio del disco interior
Fig. 15	Membrana vulcanizada con abertura que se puede cerrar para penetración de herramienta
Fig. 16	Conducto hidráulico con válvula de alivio y estrangulador
Fig. 17	Membrana parabólica (cónica) con espacio hueco en el centro del elastómero
Fig. 18	Membrana parabólica (cónica) con espacio hueco en el centro del elastómero y tornillo de tensado en el taladro de la placa de membrana
Fig. 19	Membrana parabólica (cónica) con espacio hueco en el centro del elastómero y tope final en el espacio de membrana
Fig. 20	Placa de membrana con taladros y conducto y llave de llenado
Fig. 21	Tope radial
Fig. 22	Disposición en el generador en instalaciones sin engranajes
Fig. 23	Fragmento de la figura 22

ES 2 656 409 T3

Asimismo, se explican las referencias utilizadas en el texto, en las reivindicaciones y las figuras:

Para las figuras 1 - 5	
01	Rotor
02	Cojinete de rotor
03	Eje de rotor
04	Engranajes
05	Apoyo de pares de fuerza hidráulico de elastómero
06	Componente de elastómero, lado de presión, abajo
07	Componente de elastómero, lado de descarga, arriba
08	Componente de elastómero, lado de presión, arriba
09	Componente de elastómero, lado de descarga, abajo
010	Culata apoyo de pares de fuerza
011	Apoyo de pares de fuerza del lado de los engranajes
012	Dirección de desplazamiento vertical
013	Par de fuerza

Para las figuras 6 - 23	
1	Elastómero
2	Chapas intermedias
3	Elemento de calibración
4	Conducto de alimentación de líquido
5	Membrana plana
6	Anillo intensificador de presión
7	Conexión hidráulica
8	Taladro de calibración
9	Placa de membrana
9a	Cabeza de membrana
10	Reborde de obturación elástico
10a	Escotadura con forma de ranura en (9)
10b	Perfil hueco con forma de ranura en T (figuras 11, 12)
10c	Espacio libre de pretensado
11	Placa de soporte inferior
12	Espacio de membrana (espacio de desplazamiento)
12a	Membrana parabólica (cónica), Sombrero cónico
13	Tornillos o taladros para el tensado de membrana
21	Anillo de pretensado, Placa de pretensado
22	Espacio libre de pretensado
23	Reborde interior
24	Labio de sujeción de reborde interior

ES 2 656 409 T3

Para las figuras 6 - 23	
25	Membrana parabólica
26	Reborde exterior
28	Distancia a la chapa de membrana
31	Válvula de alivio
32	Válvula de solenoide
33	Estrangulación en el tramo de conexión
34	Conducto tubular, lado de presión
35	Conducto tubular, lado de descarga
36	Estrangulación en tramo principal lado de descarga
37	Estrangulación en tramo principal lado de presión
40	Espacio hueco para el aumento de volumen
41	Ventilación del espacio hueco
42	Puente de separación (elastómero) entre espacio de membrana y espacio hueco 40
43	Llave de llenado
44	Conducto de llenado
50	Tope final
51	Guía de líquido mediante tope final 50
52	Anillo de tope
53	Chapa con diámetro mayor y espesor mayor
54	Generador instalación sin engranajes
55	Soporte mecánico
56	Cojinete hidráulico de elastómero
57	Cojinete soporte mecánico
58	Cojinete del lado del generador

- Los materiales de elastómero utilizados para las capas (1), de acuerdo con la invención, se componen en lo esencial de un caucho natural, un derivado de caucho natural o de un plástico o mezcla de plásticos elástico apropiado. La capa de elastómero, de acuerdo con la invención, puede presentar diferente dureza ("dureza Shore") y diferentes características de amortiguación, en correspondencia con los requisitos planteados. Preferentemente, se utilizan elastómeros con una dureza de 20 a 100 Shore A, particularmente de 30 a 80 Shore A. La fabricación de tales elastómeros de diferente dureza se conoce en el estado de la técnica y se describe suficientemente en las publicaciones.
- 5
- 10 Las placas o capas intermedias (2) no-elastómeras están fabricadas de acuerdo con la invención de materiales ampliamente no elásticos con escasa compresibilidad. Preferentemente, estas son chapas de metal, pero también se pueden emplear otros materiales, como plásticos duros, materiales compuestos o materiales que contienen fibra de carbono. La chapa intermedia y los materiales de elastómero (4) se unen entre sí por regla general mediante vulcanización.
- 15
- La membrana de presión (5) por regla general también está fabricada de caucho natural o un derivado de caucho natural. El material debe ser en una zona amplia resistente al desgarro y a la presión. Preferentemente, es de una estructura lisa, compacta que no presenta poros superficiales o solo poros con un diámetro muy pequeño que no pueden alojar microgotas del líquido hidráulico.
- 20
- Como líquidos hidráulicos pueden utilizarse en general todos los líquidos habituales estables a la presión. Para aerogeneradores es apropiada, por ejemplo, agua, a la que puede añadirse, dado el caso, agente anticongelante, alcoholes o aditivos. Asimismo, pueden utilizarse también aceites hidráulicos.

El elemento de resorte de acuerdo con la invención puede emplearse en dos formas de realización constructivas principales. La primera forma de realización, se basa en una membrana plana (5) que ocupa una gran superficie relativa sobre la placa de membrana (9). El espacio de desplazamiento, o espacio de membrana (5) se forma sobre todo por el hinchamiento de la membrana que se sitúa plana sobre la placa de membrana con compresión simultánea de las capas de elastómero (1) por encima de la membrana de presión. Escotaduras, preferentemente de tipo cóncavo, en la capa de elastómero por encima de la membrana y / o en la placa de membrana (9) por debajo de la membrana pueden generar un espacio de desplazamiento, incluso en el estado sin presión. Mientras que la membrana plana (figura 6) presenta una configuración relativamente plana, preferentemente lenticular, la segunda forma de realización principal está representada por una membrana parabólica o membrana cónica (figuras 11 - 19) que representa, incluso en el estado sin presión, dicha forma cónica o un paraboloides. En lo esencial, la membrana representa una función de estanqueidad entre el fluido y el cuerpo de elastómero.

Las figuras 6, así como 11 - 19, representan un componente de elastómero con varias capas (por ejemplo, 4 capas). La particularidad respecto a los resortes de capas habituales consiste en que las chapas intermedias (2), que son preferentemente redondas, presentan un taladro preferentemente centrado, de tal modo que la estructura no elástica se presenta solo en la zona exterior. En la zona interior, la zona central, solo está presente elastómero (1) que presenta preferentemente una escotadura en la zona que ocupa la superficie de membrana. Mediante la introducción de más o menos líquido en la membrana se desplaza un volumen de elastómero, lo que con una misma altura de construcción del elemento global provoca un aumento de la rigidez.

Los elementos de resorte de acuerdo con la invención comprenden una placa de membrana (9) que contiene una abertura para la conexión de conductos hidráulicos. Además, la placa de membrana contiene una ranura en T (10) con forma anular en la que se vulcaniza la membrana plana (5). La vulcanización presenta la particularidad de que la unión solo tiene lugar en la zona de la ranura en T. La zona restante queda sin unir, de tal modo que en este lugar aparece un espacio hueco para la introducción del medio hidráulico en el espacio de membrana (12). De acuerdo con la invención, la estanqueidad de la unión con forma de T es muy importante. En el estado de la técnica, ésta se alcanza con un agente adhesivo que se aplica en la ranura en T antes de la vulcanización, de tal modo que se genera una unión de goma-metal. Esta unión de goma-metal se supone que debe ser absolutamente estanca de acuerdo con el estado de la técnica. Como ya se ha explicado con detalle anteriormente, pruebas prácticas, sobre las que se basa esta invención, han demostrado, sin embargo, que este no es el caso porque la migración de gotas encontrada por el inventor provoca y es responsable de que en caso de carga dinámica el agente adhesivo entre goma y metal se desprenda en fracciones. A partir de ello es evidente que en estos puntos debe generarse una presión mayor que en las demás zonas para obtener estanqueidad. Esta mayor presión se obtiene de acuerdo con la invención mediante un anillo intensificador de la presión (6). Este se sitúa sobre la membrana y obtiene una presión previa debido a la alta presión y la superficie superior con la que se puede introducir en la ranura en T de la membrana y, con ello, genera en la zona con forma de T (10) una elevación de presión, por medio de lo cual se impide el desprendimiento del agente adhesivo por el líquido hidráulico que penetra. El anillo intensificador de presión, a este respecto, puede estar configurado en formas de realización de lo más variadas. El factor decisivo es que la presión en la zona aumente por un pretensado.

Una variante sencilla prescinde de un anillo intensificador de presión propio. En estas variantes descritas en las figuras 9 y 10, la ranura con forma de T es introducida en la placa de membrana (9) y vulcanizada. Después, la zona exterior de la placa de membrana es curvada hacia dentro, de tal modo que tiene lugar una elevación de presión en la zona de la ranura en T (10) y se garantiza estanqueidad.

En las formas de realización de los elementos de resorte de membrana plana (figura 6), están previstas presiones de 100 bar a 700 bar. Otra posibilidad ofrece para la obturación de los elementos, como ya se ha mencionado, la membrana con forma de parábola en la sección transversal (figuras 11 - 15, 17 - 20), que adopta una forma espacial cónica o también paraboloides. La estructura fundamental es similar a la de la membrana plana, aunque esta forma constructiva requiere una superficie menor.

Esto posibilita un espacio de construcción menor y reduce los costes de los componentes. Simultáneamente, sin embargo, se generan mayores presiones debido a la menor superficie con igual carga. Para la fijación estanca de la membrana parabólica en la placa de membrana (9), esta es bloqueada con los dos rebordes. Para ello, la membrana parabólica (25) es llevada como un neumático sobre el labio de sujeción del reborde interior (24) de la cabeza de membrana (9a), de tal modo que el reborde interior (23) queda montado aproximadamente exento de aire detrás del labio (24) con ligero pretensado. A continuación, la placa de membrana (9) es atornillada con el anillo de pretensado (21). El reborde exterior (26), sin embargo, tiene una medida claramente mayor que el espacio hueco entre (21) y (9), de tal modo que en este caso se produce un pretensado. Este pretensado se eleva a aproximadamente a entre un 10 % y un 40 % del espesor del reborde exterior (26), de tal modo que una parte del volumen del reborde exterior se desplaza hacia el reborde interior (23), de tal modo que también en este caso se produce un pretensado y, por tanto, se obtiene la estanqueidad del reborde. En este tipo de construcción puede producirse el problema de que el reborde exterior (26) se desplace al ser pretensado hacia los dos lados y, por tanto, se introduzca entre el anillo de pretensado (21) y la placa de membrana (9) antes de que estos se encuentren y cierren el intersticio. Con ello, el reborde exterior (26) se atascaría entre anillo de pretensado (21) y membrana (9). Para evitar esto, se prevé un espacio de pretensado (22) preferentemente con forma de cuña. Este espacio de pretensado tiene una profundidad

aproximada de 2 - 3 mm, es decir, que es más profundo de lo que fluye el material bajo el pretensado dado, de tal modo que se impide un bloqueo indefinido del elastómero del reborde exterior (26). La sujeción puede efectuarse sin medio adicional. Para la fijación segura también es posible aplicar pegamento en las superficies de junta, de tal modo que así se garantice una mayor seguridad de la estanqueidad. En el caso de elementos de resorte basados en una membrana parabólica, debido al menor tamaño de construcción se prevén presiones de 200 a 1500 bar. La membrana solo puede resistir esta presión si se guía limpiamente y en todos los puntos en el interior del espacio hueco con forma cónica del componente de elastómero y no tiene ningún contacto con las duras chapas intermedias. En el funcionamiento de la membrana, esta se dilatará en tal medida que el espacio de elastómero dentro de los taladros centrados de las chapas intermedias (2) se desplazará lo más ampliamente, es decir, hasta un 80 %, de tal modo que la membrana llegará relativamente cerca de las chapas intermedias. Por ello, es necesario una distancia mínima (28) a las chapas intermedias (2). Esta debería ascender al menos a 5 mm. El pretensado entre placa de membrana (9) y placa de pretensado (21) también se puede invertir de tal manera que la zona de sujeción de reborde interior de (9) esté separada y se pueda llevar a cabo por medio de tornillos (figura 14). También en este caso debería estar previsto un espacio libre de pretensado (22).

Los elementos de resorte montados en un aerogenerador, o los cojinetes que contienen tales elementos, funcionan en lo que respecta a la amortiguación del siguiente modo: El engranaje presenta a ambos lados un apoyo de pares de fuerza en el lado de los engranajes (11) (figuras 1, 2). Este es rodeado con una culata (10). Entre el apoyo de pares de fuerza (11) y la culata (10), están dispuestos elementos de elastómero (06, 07, 08 y 09). Los elementos de elastómero contienen un espacio hueco que está lleno de líquido. Estos espacios huecos, como se representa en las figuras 3, 4, están unidos entre sí con conductos hidráulicos (34, 35), que pueden ser conductos tubulares o tubos. En caso de par de fuerzas del aerogenerador que aparece normalmente, los elementos de resorte (06, 08) reciben carga. Ambos están unidos entre sí con el conducto hidráulico (34) de tal manera que, debido a la presión que se genera simultáneamente, no tiene lugar ningún movimiento de líquido. Asimismo, los elementos de elastómero (07, 09) son descargados simultáneamente de tal modo que tampoco se mueve ningún líquido hidráulico en el conducto hidráulico (35). En dirección del par de fuerza, los resortes muestran, por tanto, una caracterización de resorte rígida, es decir, que no son influidos por el sistema hidráulico.

Como ya se ha mencionado, los elementos de resorte descritos de acuerdo con la invención son particularmente apropiados para el uso como puntos de contacto en cojinetes de dos, cuatro o varios puntos de contacto, preferentemente en aerogeneradores. Un punto de contacto comprende preferentemente dos sistemas de resorte de elastómero que mantienen en un punto el elemento mecánico que debe apoyarse (por ejemplo, arriba y abajo) (figura 1). Tal sistema de resorte de elastómero se compone preferentemente de un resorte de elastómero de acuerdo con la invención, pero también puede componerse de una disposición completa de resortes dispuestos correspondientemente. En el alojamiento de dos puntos regulado hidráulicamente de un aerogenerador representado en la imagen 2, se utilizan dos puntos de contacto con dos resortes de elastómero en cada caso. Los dos puntos de contacto están unidos entre sí mediante conductos hidráulicos (figuras 3 y 4), y, concretamente, de tal manera que el un resorte de elastómero de un punto de contacto está unido con el resorte de elastómero opuesto del otro punto de contacto opuesto (unión cruzada). Si en un punto de contacto, la capa de elastómero es comprimida por la acción de fuerzas fuera de la zona mecánica, forzosamente sucede que se presiona líquido hidráulico a través del conducto en el elemento de resorte correspondiente unido con ella del punto de contacto opuesto y se comprime en este lugar su capa de elastómero. De esta manera, se puede efectuar una regulación de rigidez y, por tanto, de amortiguación, óptimas.

El apoyo hidráulico de elastómero es de importancia también para instalaciones sin engranajes. En estas instalaciones, el generador está dispuesto de igual modo directamente -sin acoplamiento elástico- sobre el eje de rotor. El sistema tiene, por tanto, la misma problemática que las instalaciones con engranajes. También en este caso entran fuerzas de desplazamiento radiales en el rotor. El intersticio de aire entre el rotor que se asienta sobre el eje de rotor y el estator del generador fijado en el chasis debe ser lo más pequeño posible para una buena eficacia y, sin embargo, cambia por las tensiones radiales forzadas que se generan de acuerdo con el estado de la técnica.

Las fuerzas de tensión que se generan junto con el desplazamiento no deseado se comportan como en el caso de los engranajes.

En la figura 4 se muestra el desplazamiento vertical por deformación mecánica. En caso de desplazamiento del engranaje hacia arriba del soporte mecánico sucede lo siguiente: Los elementos de resorte (07) y (08) experimentan una elevación de presión mientras que en los elementos (06) y (09) la presión cae. Mediante la instalación cruzada de los conductos de unión de los elementos de resorte (08) a (06), el líquido fluye de la parte superior más cargada hacia el elemento de resorte descargado (06), lo que produce una reducción de la fuerza de resistencia del elemento de elastómero (08), mientras que simultáneamente la reducción de líquido que se produce en el elemento de elastómero (06) es rellenada de nuevo por el líquido del elemento de resorte (08). El mismo principio se aplica entre los elementos de resorte (07) y (09), de tal modo que este movimiento vertical se efectúa con rigidez de resorte claramente menor.

La figura 5 muestra un diagrama con la rigidez elevada en dirección de torsión y la rigidez menor en desplazamiento vertical del engranaje hacia el soporte mecánico. Con ello puede alcanzarse con el sistema de acuerdo con la

invencción una alta rigidez a la torsión requerida para la unión entre engranaje y generador, mientras que simultáneamente se obtiene una menor rigidez al desplazamiento entre engranaje y soporte mecánico, lo que provoca la reducción de tensiones forzadas y, por tanto, la descarga de cojinetes de engranaje y rotor. A este respecto, la rigidez a la torsión se sitúa en el factor de 4 a 100, preferentemente de 4 a 15, particularmente de 6 a 10 mayor que la rigidez al desplazamiento vertical.

Para obtener las grandes relaciones de rigidez, se requieren el mayor número de capas posible (de manera ideal de 5 a 10 capas). Dado que con un gran número de capas también se reduce la rigidez radial, los componentes tienden a salirse radialmente con las elevadas cargas extremas que aparecen en algunos casos poco frecuentes. Para evitar esto, una chapa intermedia en la zona central de los elementos de número 53 (FIG. 21) está realizada con un diámetro mayor y mayor espesor. Para evitar que la capa se salga, se ha colocado un anillo de tope adicional fijado, de número 52, con una distancia de (3mm a 6mm) alrededor del componente que le impide salirse. Ambos elementos, 52 y 53, son de material inoxidable para evitar polvo metálico corrosivo, desgaste, golpes, del elemento de número 53 con el de número 52 en el caso de carga extrema.

En el caso de carga extrema, aparecen, como ya se ha explicado, pares de fuerza claramente mayores que en el funcionamiento normal. El caso de carga extrema describe una situación crítica del aerogenerador. El sistema de acuerdo con la invencción prevé que, entre el conducto de presión (34) solicitado por par de fuerza en el lado de descarga (35) que se encuentra en este estado bajo presión débil, se monte una válvula de alivio (31). Si en el caso de carga extrema, que raramente se da, aparece una elevada presión en el conducto de presión (34), la válvula de alivio (31) se abre. Con ello, el líquido fluye fuera del conducto (34) presurizado hacia el conducto (35) con poca presión. La velocidad de flujo en este conducto se frena mediante el estrangulador (33), de tal modo que en este caso se produce una función de amortiguación intensificada. Con ello, las cargas que aparecen en el caso de carga extrema del aerogenerador se reducen con ayuda de la función de válvula (31) del estrangulador (33). Los componentes de elastómero están diseñados de tal modo que también pueden utilizarse sin líquido. En la siguiente parada, que aparece en intervalos o se introduce después de un caso de carga extrema, la válvula (32) se abre automáticamente, de tal modo que en los conductos de conexión (34 y 35) se genera de nuevo la misma presión, lo que sucede tras un breve tiempo. A continuación, el sistema se encuentra de nuevo en el estado original, de tal modo que se pueden cerrar de nuevo el interruptor de presión (32).

La función de válvula descrita anteriormente tiene la ventaja, además de la reducción de la vibración, de que los conductos hidráulicos no tienen que ser diseñados para la presión que rige en caso de carga extrema. Además, las cargas extremas pueden reducirse por medio de la amortiguación que se genera en el conducto de conexión con el estrangulador adicional (33). Mientras que la válvula de alivio (31) con el estrangulador (33) solo es eficaz en el caso de carga extrema, pueden disponerse otros estranguladores (36 y 37) en el lado de presión y de descarga. Estos producen una amortiguación en el sistema global mientras trabaja la instalación. Es decir, que cada desplazamiento del bastidor de máquina debe ponerse en conexión por regla general con vibraciones de la instalación en su conjunto. Estas vibraciones son amortiguadas por los estranguladores presentes (36 y 37), lo que produce una reducción de carga en el aerogenerador. Los estranguladores (36 y 37) pueden montarse en forma de estranguladores regulables de acuerdo con el estado de la técnica. Sin embargo, también es posible dimensionar todos los conductos hidráulicos de tal manera que la función de estrangulación ya se produzca por la fricción de líquido en los conductos.

Todas las funciones descritas hasta ahora son pasivas, es decir, sin ninguna influencia externa. Sin embargo, también es posible hacer funcionar el sistema de manera activa. Para ello, se bombea y se extrae alternamente líquido en las diferentes cámaras de tal modo que se obtiene un movimiento forzoso, que contrarresta vibraciones y movimientos no deseados, con este sistema en el flujo de fuerzas del aerogenerador.

El conjunto de cojinete hidráulico de elastómero se puede emplear también en instalaciones sin engranajes. En estas instalaciones, el generador está dispuesto de igual modo directamente -sin acoplamiento elástico- sobre el eje de rotor. El sistema tiene, por tanto, la misma problemática que las instalaciones con engranajes.

En caso de flexión del eje de rotor y del soporte mecánico, también aparecen en este caso deformaciones forzadas.

Las fuerzas de desplazamiento radiales actúan a este respecto sobre el rotor y el estator y provocan con ello tensiones y desplazamientos. El intersticio de aire entre el rotor que se asienta sobre el eje de rotor y el estator del generador fijado al chasis, debe mantenerse lo más pequeño posible para obtener una buena eficacia.

Debido a las tensiones forzadas radiales que se generan de acuerdo con el estado de la técnica, este se modifica y debe ser del tamaño correspondiente para evitar el contacto entre rotor y estator.

Las tensiones forzadas que se generan junto con el desplazamiento no deseado se comportan como en el caso de los engranajes. Causan cargas adicionales sobre el apoyo.

Para el apoyo del generador 54 en el soporte mecánico 55, se requiere -como en el ejemplo del apoyo con engranaje- al menos una pareja compuesta de dos pares de elementos de cojinete que están unidos entre sí por

medio de los conductos hidráulicos descritos.

Para introducir las fuerzas de la manera más uniforme posible en el generador, es posible disponer varias parejas.

5 En la figura 22, están dispuestas 2 parejas como ejemplo.

Los elementos pueden disponerse axialmente en el generador -como se describe en la figura 22. En la imagen 22, está dibujada la disposición del cojinete detrás del generador sobre el lado opuesto al rotor. Una disposición delante del generador en dirección del rotor también es posible.

10 También es posible situar el apoyo en la extensión del generador en extensión radial. La combinación de los dos sistemas o de los tres sistemas mencionados también es posible y, en caso de generadores muy grandes, mayores de 5MW, también útil. En resumen, son objeto de la invención los siguientes componentes, dispositivos o usos de dichos componentes y dispositivos:

15 • Elemento de resorte regulable en su rigidez por medio de presión generada hidráulicamente que comprende

- 20 (i) dos o más capas de elastómero (1),
 (ii) una o varias capas intermedias (2) no elásticas, así como
 (iii) al menos un dispositivo hidráulico (4, 7, 9, 11, 12);

estando separadas entre sí las capas de elastómero por las capas intermedias no elásticas y presentando las capas intermedias no elásticas una abertura o taladro dispuesto de manera centrada, de tal modo que el elemento de resorte presenta al menos en el interior una zona central de elastómero continua con la que están en contacto las capas de elastómero individuales, y el dispositivo hidráulico está montado en el extremo superior y / o inferior del elemento de resorte de capas y mediante introducción de un líquido hidráulico en el elemento de resorte por medio de presión hidráulica se provoca la compresión del material de elastómero (1) en dirección vertical respecto a las capas del elemento de resorte y, de esta manera, se produce una aparición o aumento de un espacio de desplazamiento que contiene un líquido hidráulico en la zona central de elastómero del elemento de resorte, estando dispuesta entre las capas de elastómero (1) del elemento de resorte y el espacio de desplazamiento una membrana de presión (5), (25) e formada correspondientemente, que está unida en su borde con el dispositivo hidráulico o partes de él de tal modo que aparece un espacio de membrana (12) que contiene líquido hidráulico y que, en el caso de una presión hidráulica, se corresponde con el espacio de desplazamiento, y el dispositivo hidráulico está conectado por medio de un conducto hidráulico (4) con el espacio de membrana y comprende uno o varios elementos de obturación, (10, 10a, 6, 21, 22, 24) que presentan un pretensado y están dispuestos de tal modo que generan sobre la membrana de presión en la zona de su unión fija con el dispositivo hidráulico una presión elevada respecto a la presión en el espacio de membrana, de tal modo que el espacio de membrana está cerrado respecto a las capas del elemento de resorte por un lado y respecto al dispositivo hidráulico o partes de él, por otro lado, de manera estanca a la presión.

- 40 • Un elemento de resorte correspondiente, en el que la membrana de presión elástica (5) se apoya sobre una placa de membrana (9) perteneciente al dispositivo hidráulico y está unida en su borde con este por medio de un reborde elástico (10) que llena una escotadura (10a) con forma de ranura en T en la placa de membrana, y un elemento intensificador de presión (6) está dispuesto entre capa de elastómero (1) y la membrana de presión en la zona de su reborde, el cual posee un perfil con la forma correspondiente que, en caso de pretensado, es presionado en el material elástico en la zona del reborde de la membrana de presión, y, de esta manera, provoca una obturación precisa en la zona de la ranura en T de la placa de membrana.
- 45 • Un elemento de resorte correspondiente en el que el elemento intensificador de presión (6) no elástico es un perfil anular.
- 50 • Un elemento de resorte correspondiente en el que, entre el elemento intensificador de presión (6) y el reborde elástico (10) de la membrana de presión, está presente un espacio de pretensado (10c).
- Un elemento de resorte correspondiente en el que el elemento intensificador de presión está reemplazado por la propia placa de membrana (9), que es presionada en la zona de la ranura en T, de tal modo que se produce una obturación en esta zona.
- 55 • Un elemento de resorte correspondiente en el que la placa de membrana (9) representa la superficie de base de un espacio de membrana (12) con superficie convexa.
- Un elemento de resorte correspondiente en el que la placa de membrana está curvada cóncavamente.
- Un elemento de resorte correspondiente en el que la capa de elastómero (1) está curvada cóncavamente en la zona de la superficie de contacto con la membrana de presión (5).
- 60 • Un elemento de resorte correspondiente el que se presenta un espacio de membrana o de desplazamiento lenticular.
- Un elemento de resorte correspondiente en el que la placa de membrana (9) presenta conductos (4) y conexiones (7) de alimentación hidráulicos que atraviesan la placa de membrana y desembocan en el espacio de membrana.
- 65 • Un elemento de resorte correspondiente en el que el elemento de resorte presenta una placa de soporte (11) para las capas de elastómero (1).

- Un elemento de resorte correspondiente en el que la placa de membrana (9) es una parte separada de la placa de soporte (11).
- Un elemento de resorte correspondiente en el que la placa de membrana está tensada con respecto a la placa de soporte.
- 5 • Un elemento de resorte correspondiente en el que la membrana de presión elástica (25) presenta un reborde (10) perimetral final elástico con forma de T, que consiste en un reborde exterior (26) y un reborde interior (23), y está unido de manera estanca a la presión con una placa de membrana (9) perteneciente al dispositivo hidráulico de tal modo que dichos rebordes están introducidos en un perfil hueco con forma de T formado de manera correspondiente y que es formado por una cabeza de membrana (9a) formada correspondientemente y un disco de pretensado (21), (a) estando dispuesta la cabeza de membrana dentro de la membrana y del espacio de membrana (12) y poseyendo un labio perimetral que sobresale y que aloja el reborde interior (23) de la membrana, y (b) presentando la placa de pretensado una abertura con forma anular que aloja la cabeza de membrana (9a) con la membrana de presión de manera precisa, y estando formado el borde de la abertura por un labio que sobresale y que aloja el reborde elástico exterior (26) de la membrana.
- 10 • Un elemento de resorte descrito correspondientemente al párrafo anterior en el que el disco de pretensado (21) se apoya total o parcialmente sobre la placa de membrana (9) y está dispuesto entre esta y la capa de elastómero (1).
- Un elemento de resorte correspondiente en el que el disco de pretensado (21) es placa de soporte para el elemento de resorte y posee en la zona de la membrana de presión una escotadura precisa en la que se introduce la placa de membrana (9) formada correspondientemente.
- 20 • Un elemento de resorte correspondiente en el que el disco de pretensado (21) está unido de manera fija con las capas de elastómero (1) fuera de la zona de la membrana de presión.
- Un elemento de resorte correspondiente en el que el disco de membrana (9) está tensado contra el disco de pretensado (21) por medio de elementos de fijación, de tal modo que el reborde elástico (23, 26) con forma de T de la membrana de presión se comprime.
- 25 • Un elemento de resorte correspondiente en el que la placa de membrana (9) presenta conductos y conexiones (4, 7) de alimentación hidráulicos, atravesando el conducto hidráulico la cabeza de membrana (9a) y desembocando en el espacio de membrana (12).
- Un elemento de resorte correspondiente en el que está previsto un espacio de pretensado (22) que se forma en el estado no tensado en la zona en la que se encuentran reborde exterior (26), disco de membrana (9) y disco de pretensado (21), y que se cierra por completo al tensarse los elementos (21) y (9) por presión de material de reborde.
- 30 • Un elemento de resorte correspondiente en los que la membrana de presión (25) es rígida y presenta una superficie paraboloide o con forma cónica que forma con la cabeza de membrana (9a) que se encuentra en la base un espacio hueco de membrana (12) formado correspondientemente como sombrero cónico o un sombrero cónico de membrana (12a).
- 35 • Un elemento de resorte correspondiente en el que las capas de elastómero (1) en el núcleo del elemento de resorte poseen una cavidad con forma cónica formada correspondientemente al espacio hueco de membrana (12), que es llenada por el sombrero cónico de membrana (12a) formado por la membrana de presión.
- 40 • Un elemento de resorte correspondiente en el que el espacio hueco de membrana (12) del sombrero cónico de membrana de presión (12a) presenta un dispositivo de tope (50) que, en caso de sobrecarga del sistema, impide que la membrana de presión con forma cónica colapse de manera irreversible.
- Un elemento de resorte correspondiente en el que el dispositivo de tope (50) está fabricado de un material no elástico en forma de un sombrero cónico que está dispuesto de manera central en el interior del espacio hueco de membrana (12) sobre la superficie de la cabeza de membrana (12a) y presenta una guía de entrada, así como una conexión con el conducto hidráulico (4).
- 45 • Un elemento de resorte correspondiente que presenta en un lado un correspondiente dispositivo hidráulico.
- Un elemento de resorte correspondiente que, en el lado opuesto al dispositivo hidráulico, presenta en la zona central del elemento de resorte una escotadura o un espacio hueco (40) en el material de elastómero que está formado y configurado de tal modo que está separado por medio de un puente (42) de material de elastómero de las capas (1) del espacio de membrana (12), de tal modo que el puente, al elevarse la presión hidráulica en el espacio de membrana, pueda ser presionado al interior del espacio hueco o la escotadura.
- 50 • Un elemento de resorte correspondiente en el que la escotadura o el espacio hueco (40) presenta un elemento de calibración (3, 8) con cuya ayuda se puede modificar el volumen de la escotadura o del espacio hueco (4).
- 55 • Cojinete mecánico o de engranaje que comprende al menos dos elementos de resorte orientados de igual manera como se ha descrito con más detalle anteriormente y a continuación.
- Un cojinete correspondiente en el que los elementos de resorte de acuerdo con la invención están unidos entre sí mediante conductos hidráulicos (34, 35) dispuestos de forma cruzada,
- Un cojinete correspondiente en el que los conductos hidráulicos están equipados con al menos una válvula de alivio (31) y una válvula de mariposa (33, 36, 37).
- 60 • Uso de un cojinete correspondiente para la amortiguación de fuerzas de flexión, deformación y desplazamiento en aerogeneradores.
- Un uso correspondiente para la amortiguación de fuerzas de flexión, deformación y desplazamiento en caso de carga extrema que aparecen verticalmente respecto a los elementos de resorte montados.
- 65 • Un uso correspondiente para instalaciones sin engranajes.

REIVINDICACIONES

1. Elemento de resorte regulable en su rigidez por medio de presión generada hidráulicamente, apropiado para presiones de 100 bar a 1500 bar, que comprende

5 (i) dos o más capas de elastómero (1) y una o más capas intermedias (2) no elásticas, estando separadas entre sí las capas de elastómero por las capas intermedias no elásticas y presentando las capas intermedias no elásticas una abertura o taladro dispuesto de manera centrada, de tal modo que el elemento de resorte presenta al menos en el interior una zona central de elastómero continua con la que están en contacto las capas de elastómero individuales, y

10 (ii) al menos un dispositivo hidráulico (4, 7, 9, 11, 12) que está montado en el extremo superior y / o inferior del elemento de resorte de capas y, mediante la introducción de un líquido hidráulico en el elemento de resorte por medio de presión hidráulica, genera la compresión del material del elastómero (1) en dirección vertical respecto a las capas del elemento de resorte y, de esta manera, produce una aparición o aumento de un espacio de desplazamiento que contiene líquido hidráulico en la zona central de elastómero del elemento de resorte, donde

15 (a) una membrana de presión (5), (25) elástica, formada de manera correspondiente, está dispuesta entre las capas de elastómero (1) del elemento de resorte y el espacio de desplazamiento, que está unida de manera fija en su borde con el dispositivo hidráulico o partes de él de tal modo que aparece un espacio de membrana (12) que contiene líquido hidráulico y que, en el caso de una presión hidráulica, se corresponde con el espacio de desplazamiento, y

20 (b) el dispositivo hidráulico está conectado por medio de un conducto hidráulico (4) con el espacio de membrana,

25 **caracterizado porque** el dispositivo hidráulico comprende uno o varios elementos de obturación, (10, 10a, 6, 21, 22, 24) que presentan un pretensado y están dispuestos de tal modo que generan sobre la membrana de presión en la zona de su unión fija con el dispositivo hidráulico una presión elevada respecto a la presión en el espacio de membrana, de tal modo que el espacio de membrana está cerrado de manera estanca a la presión respecto a las capas del elemento de resorte por un lado y respecto al dispositivo hidráulico o partes de él, por otro lado.

30 2. Elemento de resorte de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la membrana de presión elástica (5) se apoya sobre una placa de membrana (9), perteneciente al dispositivo hidráulico, y está unida en su borde con este por medio de un reborde elástico (10) que llena una escotadura (10a) con forma de ranura en T en la placa de membrana, y entre capa de elastómero (1) y la membrana de presión, en la zona de su reborde, está dispuesto un elemento intensificador de presión no elástico (6) que posee un perfil con la forma correspondiente que, en caso de pretensado, es presionado en el material elástico en la zona del reborde de la membrana de presión, y, de esta manera, provoca una obturación precisa en la zona de la ranura en T de la placa de membrana.

35 3. Elemento de resorte de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** entre el elemento intensificador de presión (6) y el reborde elástico (10) de la membrana de presión está presente un espacio de pretensado (10c).

40 4. Elemento de resorte de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** el elemento intensificador de presión es reemplazado por la propia placa de membrana (9), que es presionada en la zona de la ranura en T de tal modo que se produce una obturación en esta zona.

45 5. Elemento de resorte de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** la capa de elastómero (1) está curvada de manera cóncava en la zona de la superficie de contacto con la membrana de presión (5), de tal modo que se presenta un espacio de membrana o de desplazamiento lenticular.

50 6. Elemento de resorte de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** la placa de membrana (9) presenta conductos (4) y conexiones (7) hidráulicas, de alimentación, que atraviesan la placa de membrana y desembocan en el espacio de membrana.

55 7. Elemento de resorte de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** el elemento de resorte presenta una placa de soporte (11) para las capas de elastómero (1).

60 8. Elemento de resorte de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado porque** la placa de membrana (9) es una parte separada de la placa de soporte (11) y está pretensada respecto a esta.

65 9. Elemento de resorte de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la membrana de presión elástica (25) presenta un reborde (10) elástico perimetral final con forma de T, que consiste en un reborde exterior (26) y un reborde interior (23), y está unida de manera estanca a la presión con una placa de membrana (9) perteneciente al dispositivo hidráulico de tal modo que dichos rebordes están introducidos en un perfil hueco con forma de T formado de manera correspondiente y que está formado por una cabeza de membrana (9a) formada correspondientemente y un disco de pretensado (21), donde

(a) la cabeza de membrana está dispuesta dentro de la membrana y del espacio de membrana (12) y poseyendo un labio perimetral que sobresale y que aloja el reborde interior (23) de la membrana, y

(b) la placa de pretensado presenta una abertura con forma anular que aloja la cabeza de membrana (9a) con la membrana de presión de manera precisa, y estando formado el borde de la abertura por un labio que sobresale y que aloja el reborde elástico exterior (26) de la membrana.

5
10
10. Elemento de resorte de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado porque** el disco de pretensado (21) se apoya completa o parcialmente sobre la placa de membrana (9) y está dispuesto entre ésta y la capa de elastómero (1).

11. Elemento de resorte de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado porque** el disco de pretensado (21) es la placa de soporte para el elemento de resorte y presenta en la zona de la membrana de presión una escotadura precisa en la que se introduce la placa de membrana (9) formada correspondientemente.

15
12. Elemento de resorte de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado porque** la placa de membrana (9) presenta conducto y conexión de alimentación hidráulicos (4, 7), atravesando el conducto hidráulico la cabeza de membrana (9a) y desembocando en el espacio de membrana (12).

20
13. Elemento de resorte de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 12, **caracterizado porque** está previsto un espacio de pretensado (22), que se forma en el estado no tensado en la zona en la que se encuentran reborde exterior (26), disco de membrana (9) y disco de pretensado (21), y que se cierra por completo al tensarse los elementos (21) y (9) por presión de material de reborde.

25
14. Elemento de resorte de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 13, **caracterizado porque** la membrana de presión (25) es rígida y presenta una superficie paraboloide o cónica que forma con la cabeza de membrana (9a) que se encuentra en la base un espacio hueco de membrana (12) formado correspondientemente como sombrero cónico o un sombrero cónico de membrana (12a).

30
15. Elemento de resorte de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado porque** las capas de elastómero (1) en el núcleo del elemento de resorte poseen una cavidad con forma cónica formada de manera que se corresponde con el espacio hueco de membrana (12) y que es llenada por el sombrero cónico de membrana (12a) formado por la membrana de presión.

35
40
16. Elemento de resorte de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizado porque** este presenta sobre un lado un dispositivo hidráulico correspondiente y, sobre el lado opuesto, una escotadura (40) con forma de cavidad en el material de elastómero que está formada y configurada de tal modo que se encuentra separada por medio de un puente (42) de material de elastómero formado por las capas (1) del espacio de membrana (12), de tal modo que el puente, al aumentar la presión hidráulica en el espacio de membrana puede ser presionado en el interior de la escotadura con forma de cavidad.

17. Cojinete mecánico o de engranaje que comprende al menos dos elementos de resorte orientados de igual manera de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 16.

45
18. Uso de un cojinete de acuerdo con la reivindicación 17 para la amortiguación de fuerzas de flexión, deformación y desplazamiento en aerogeneradores para generadores equipados con un engranaje y para generadores sin engranajes.

Fig. 1

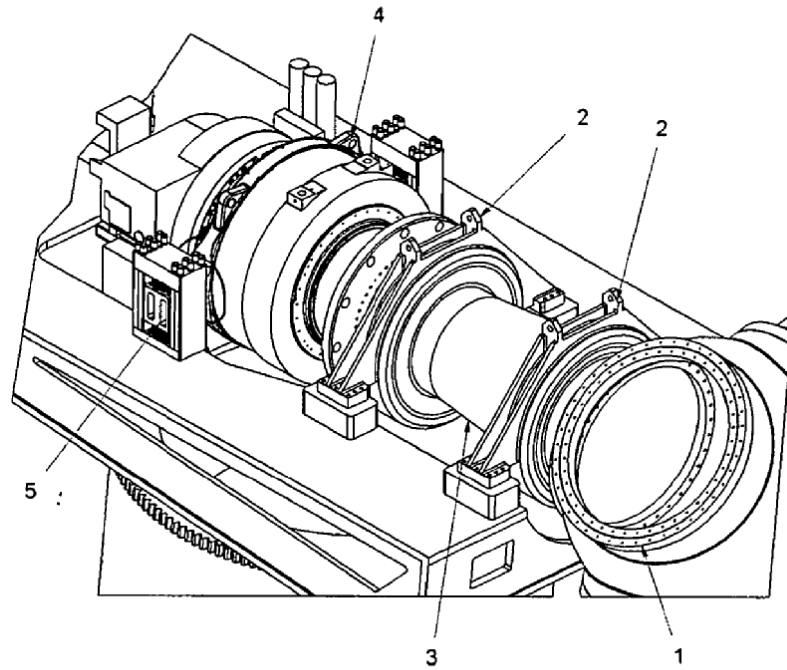


Fig. 2

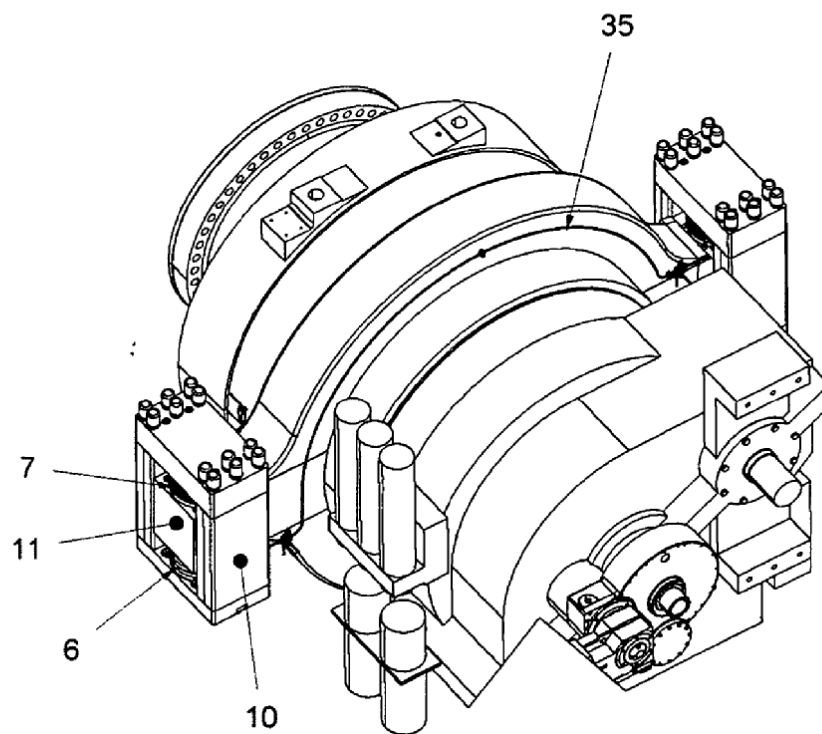


Fig. 3

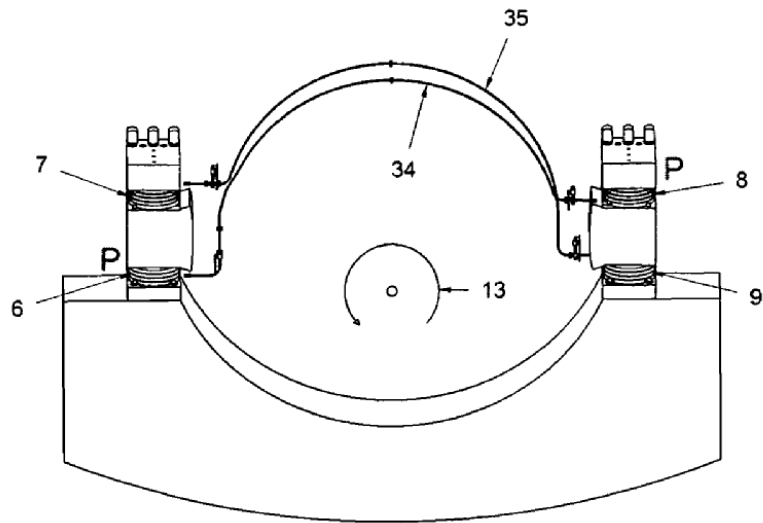


Fig. 4

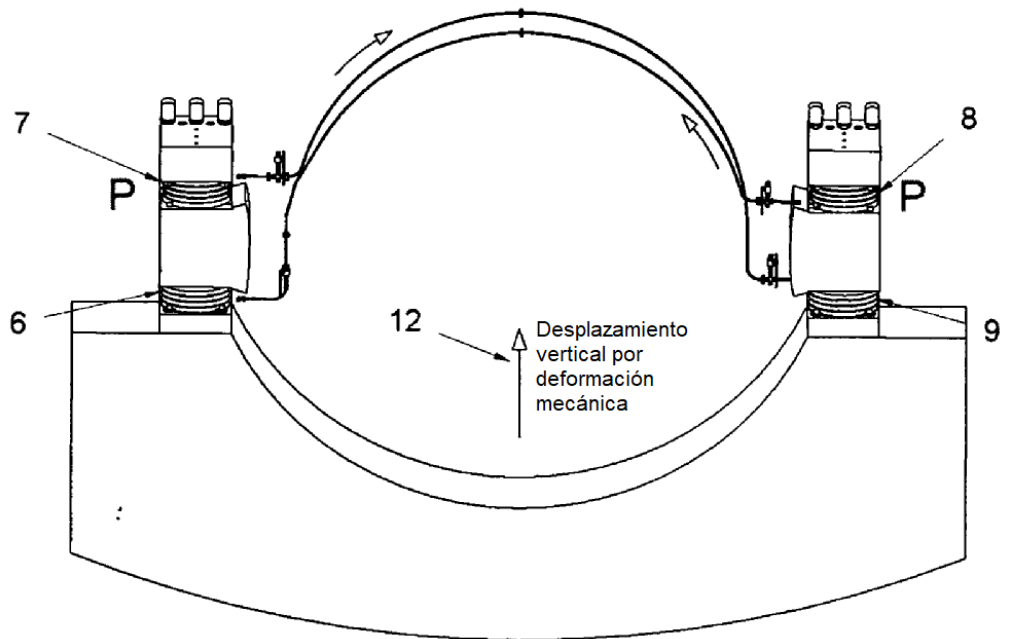


Fig. 5

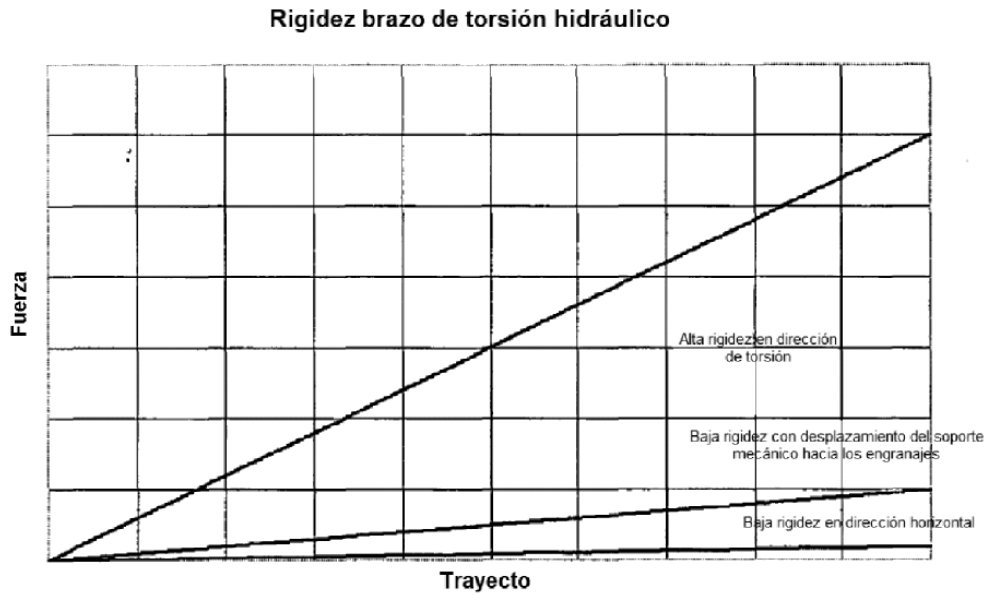


FIG. 6

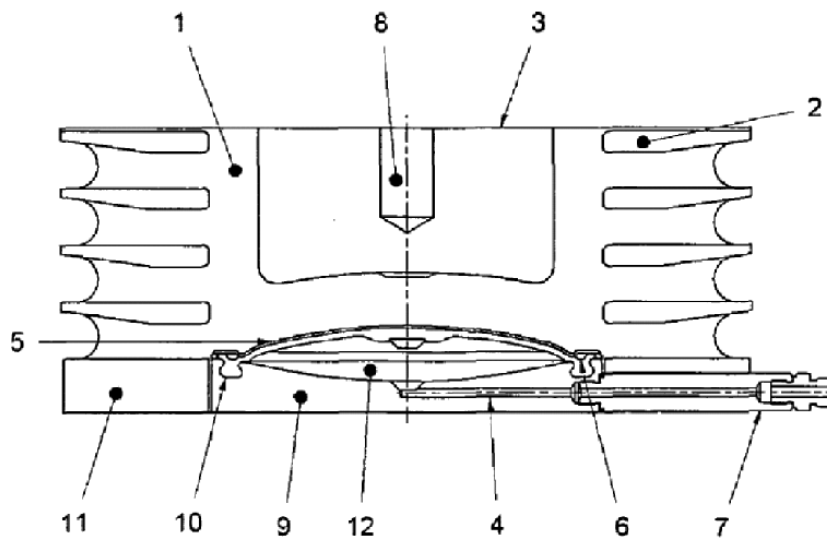


Fig. 7

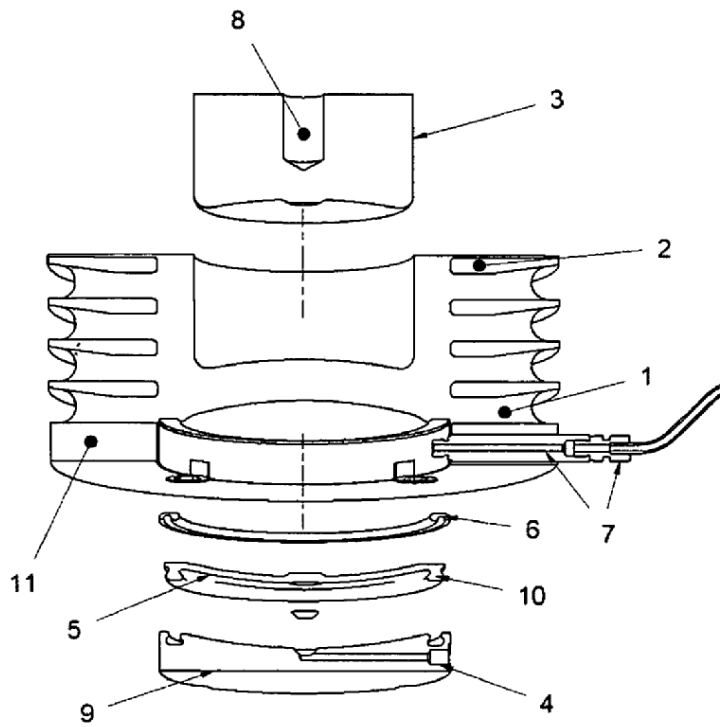


Fig. 8

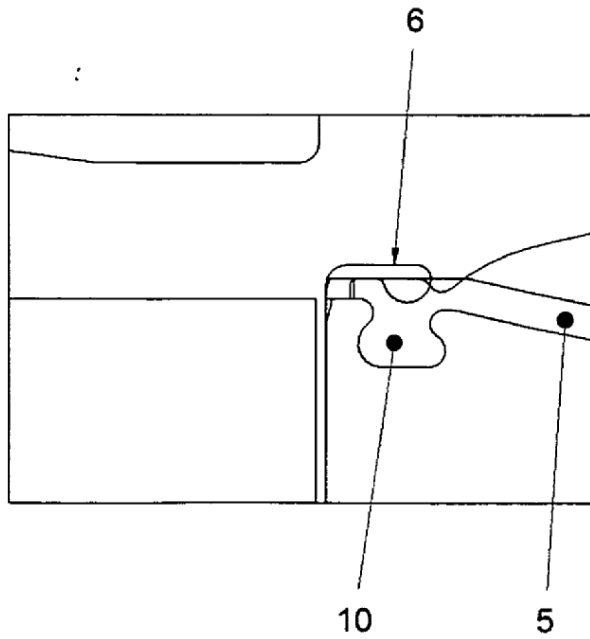


Fig. 9

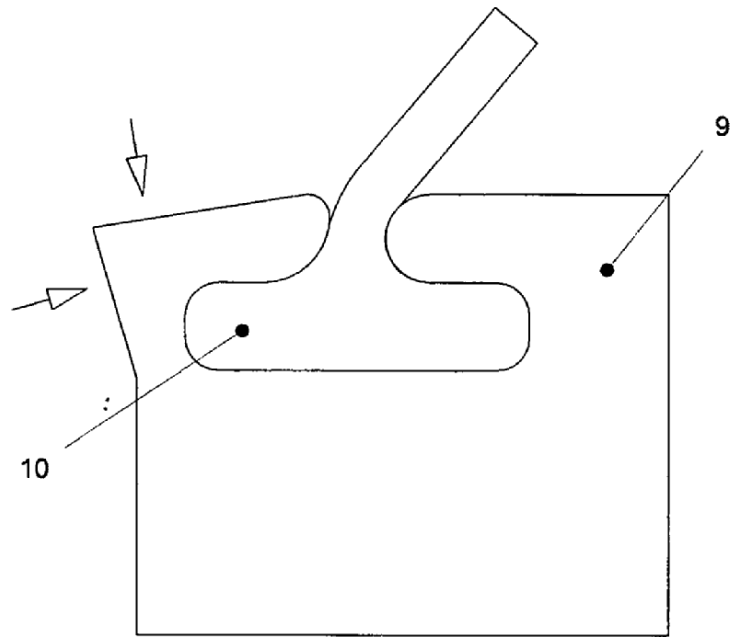


Fig. 10

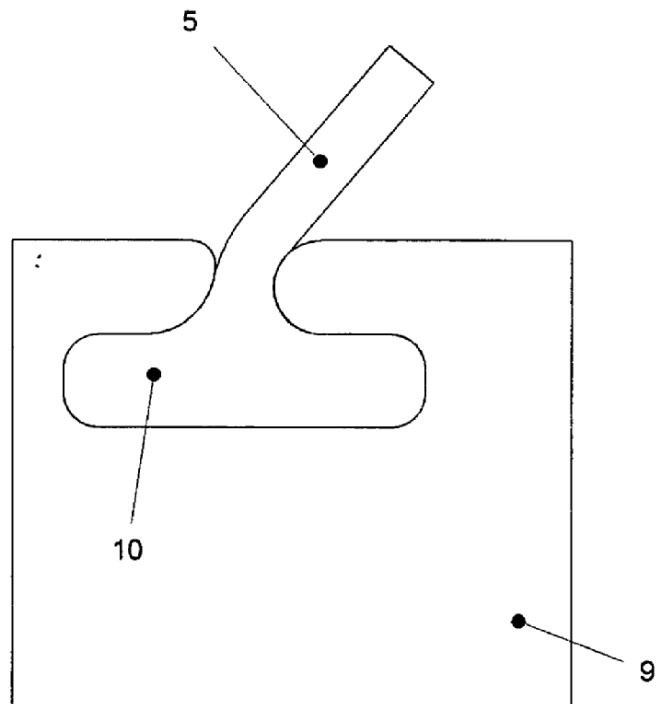


Fig. 11

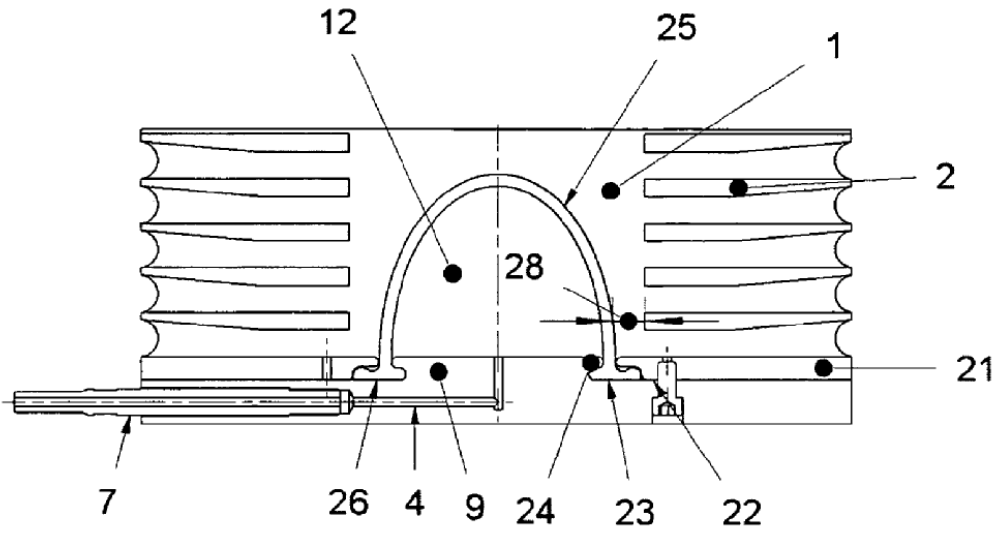


Fig. 12

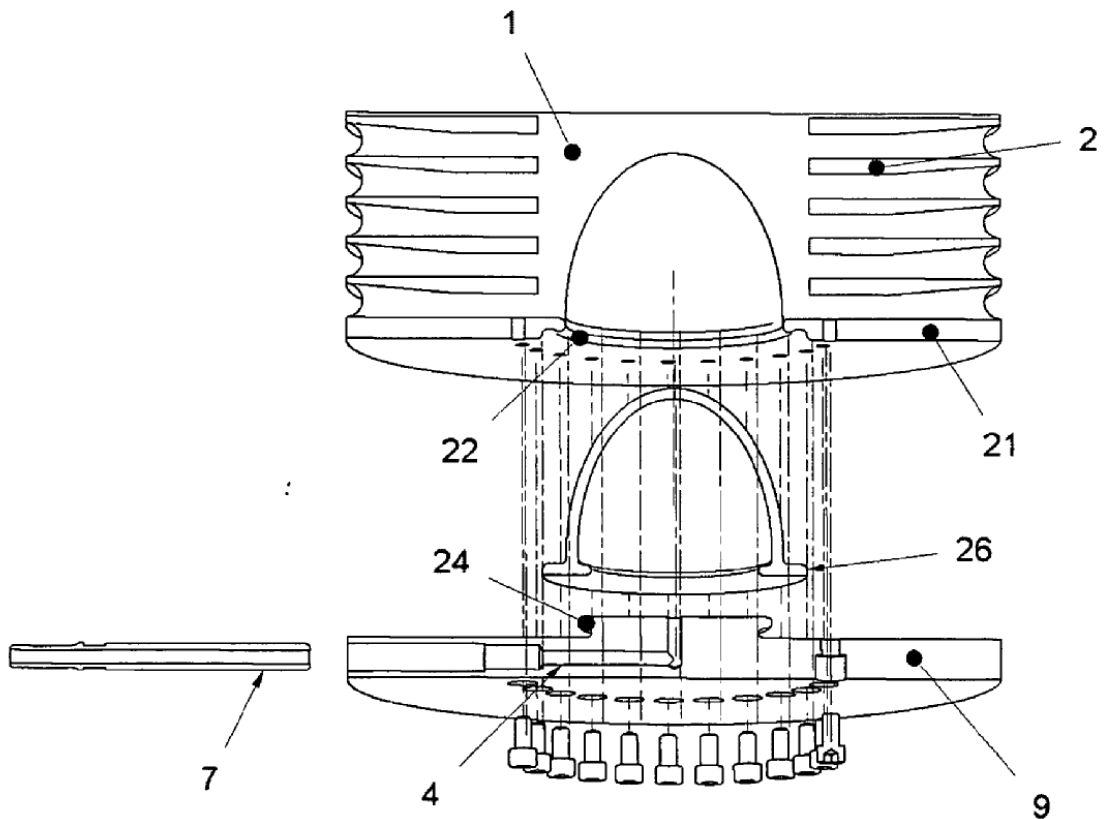


Fig. 13

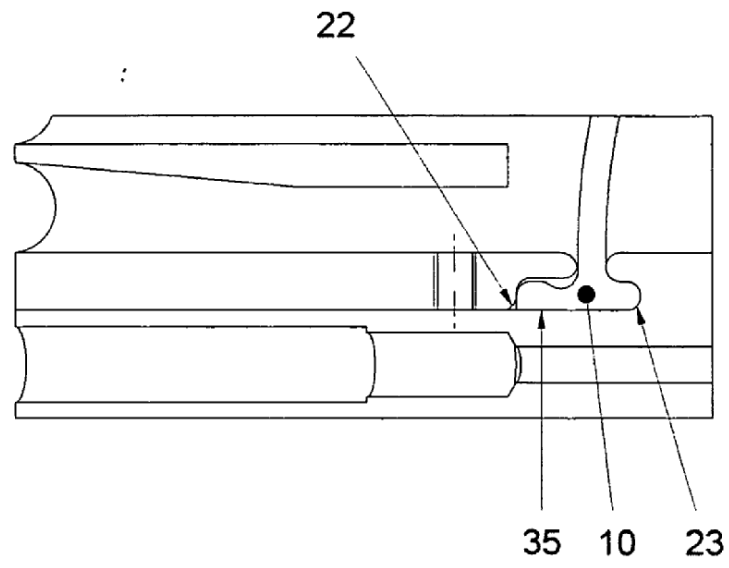


Fig. 14

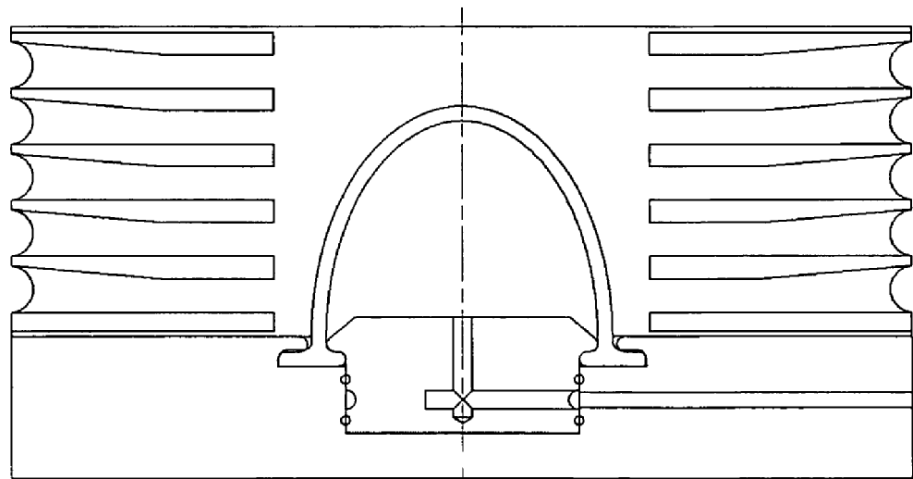


Fig. 15

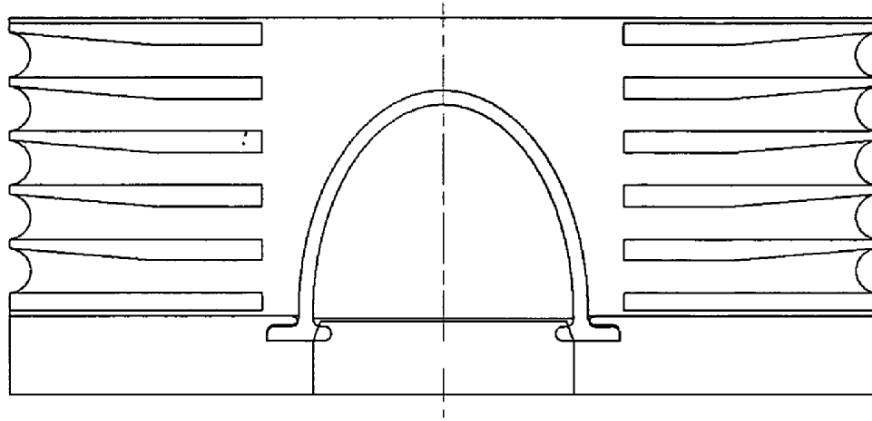


Fig. 16

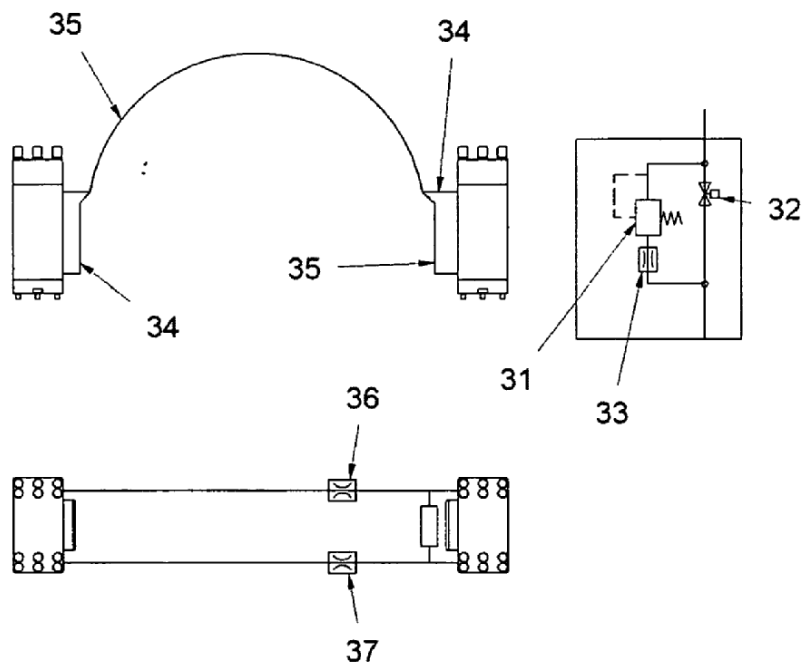


Fig. 17

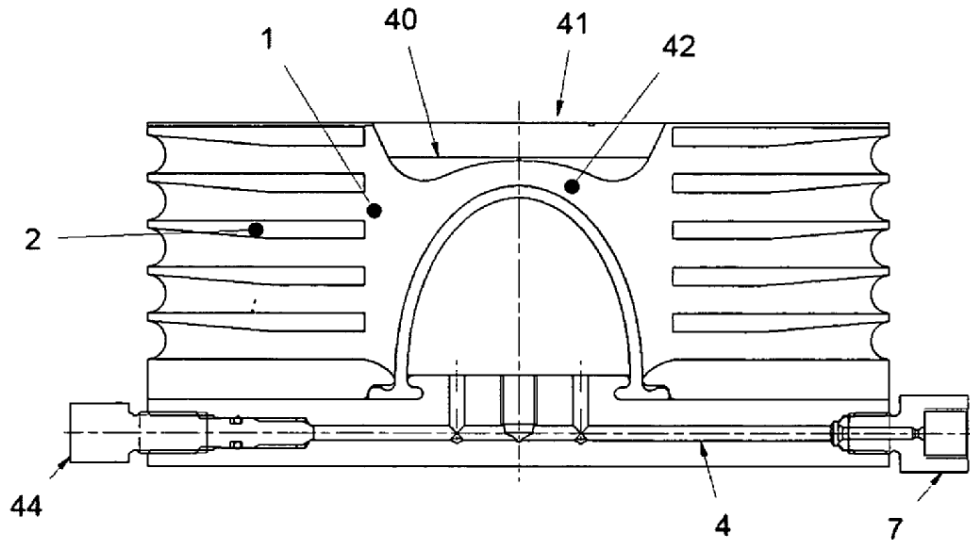


Fig. 18

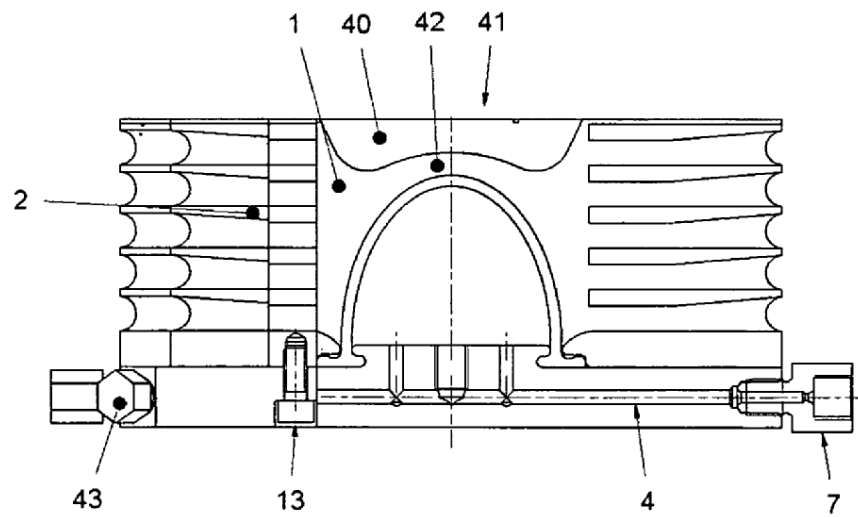


Fig. 19

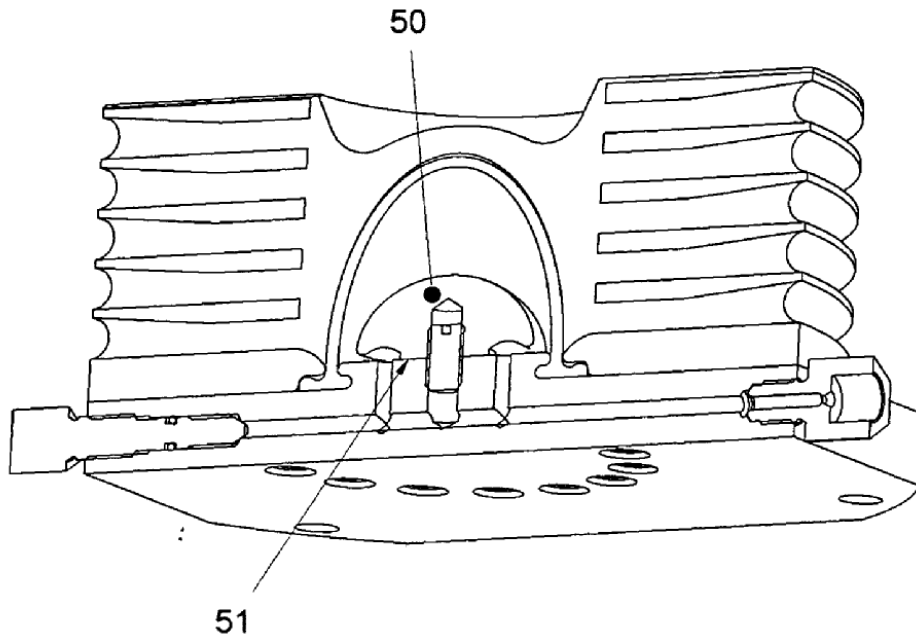


Fig. 20

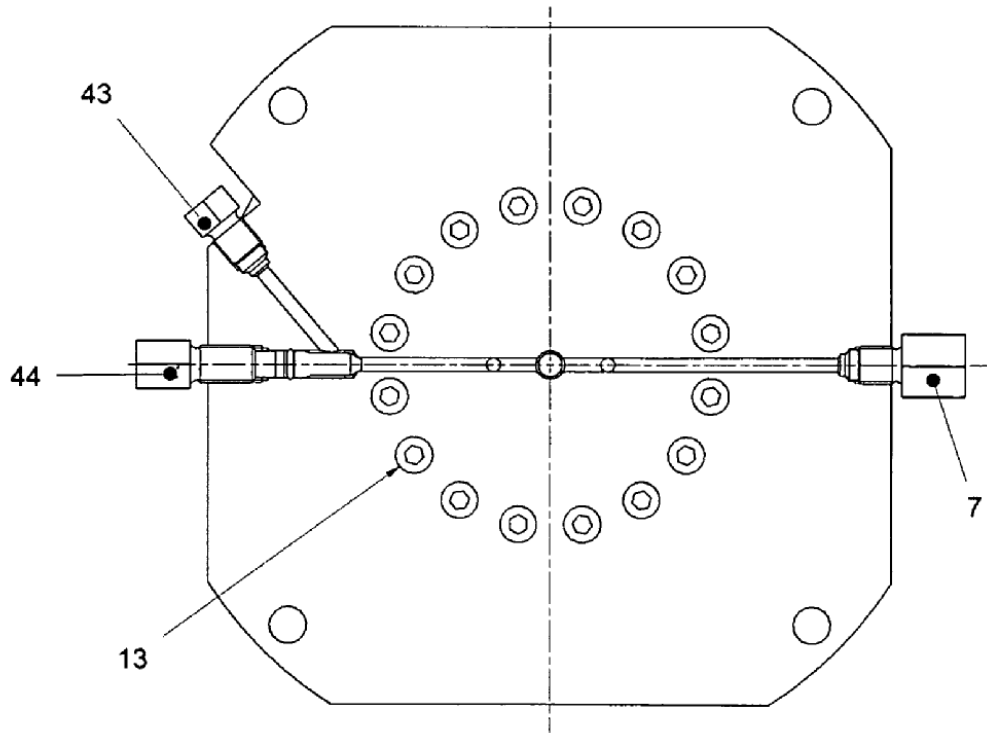


Fig. 21

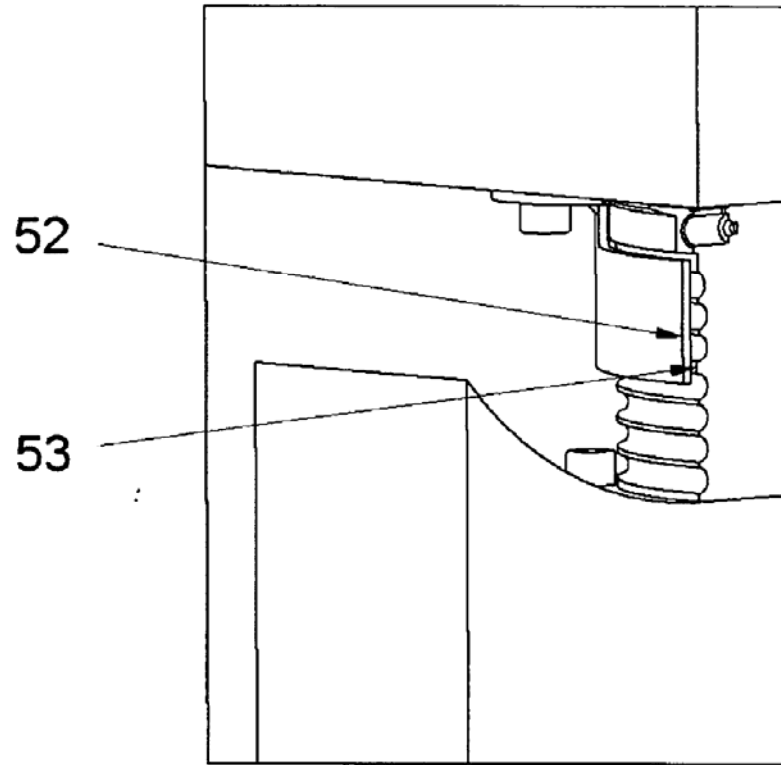


Fig. 22

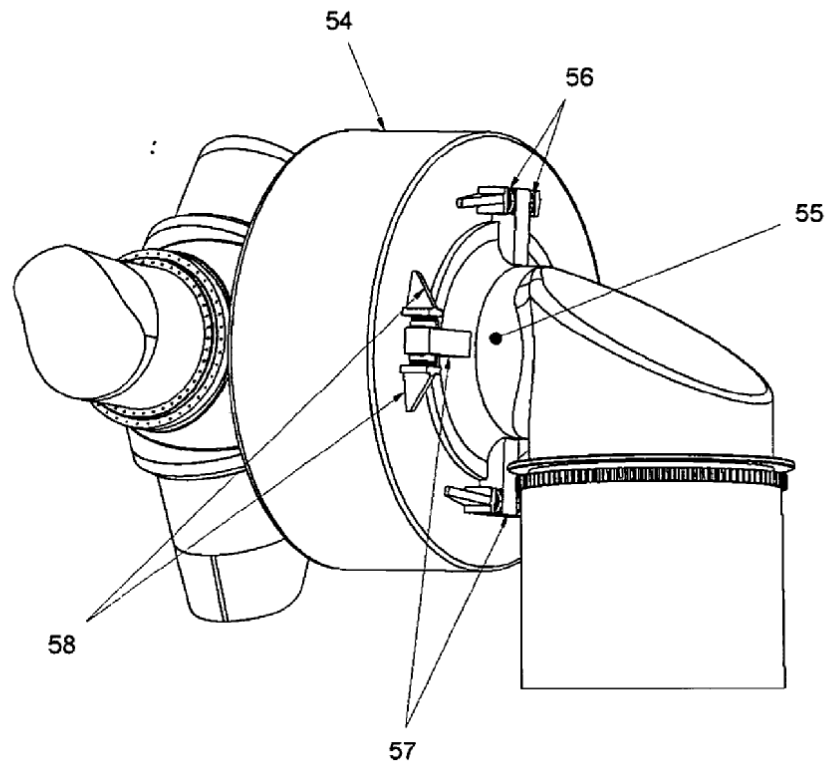
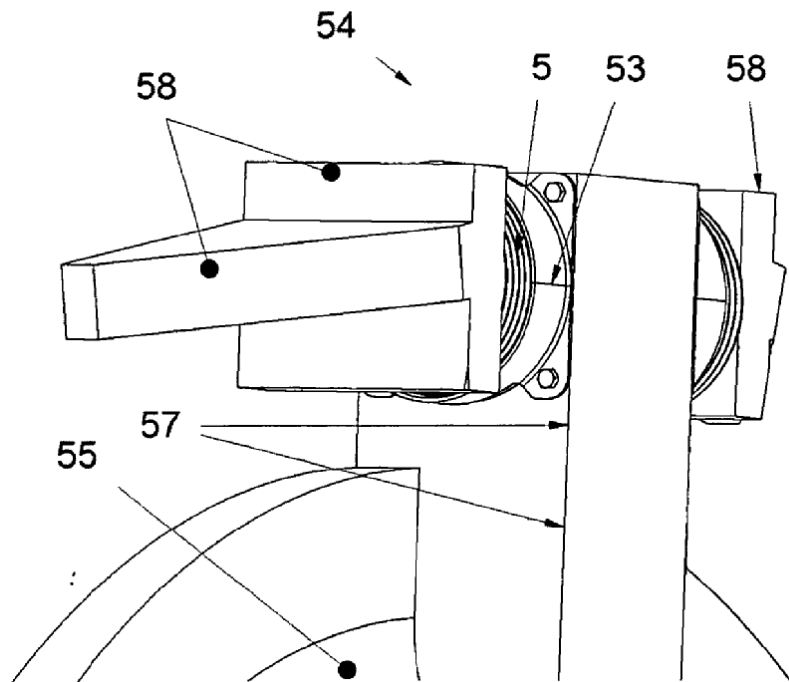


Fig. 23



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.

5

Documentos de patente citados en la descripción

- EP 1566543 A1 [0008] [0010] [0012]
- EP 1566543 A [0010]