

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 759 201**

51 Int. Cl.:

F16F 9/48 (2006.01)

F16F 9/52 (2006.01)

F03D 13/20 (2006.01)

F03D 80/00 (2006.01)

F03D 80/80 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.12.2013 PCT/EP2013/003941**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.07.2014 WO14102016**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.12.2013 E 13823938 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2019 EP 2938900**

54 Título: **Amortiguador hidráulico y su uso en absorbedores de vibraciones pendulares para aerogeneradores**

30 Prioridad:

28.12.2012 EP 12008648

20.02.2013 EP 13000850

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

07.05.2020

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 2 759 201 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

Amortiguador hidráulico y su uso en absorbedores de vibraciones pendulares para aerogeneradores

5 La invención se refiere a un nuevo tipo de amortiguador para el amortiguamiento hidráulico de absorbedores de vibraciones en particular absorbedores de vibraciones pendulares. El amortiguador hidráulico en el que se basan los absorbedores de vibraciones pendulares según la invención presenta, en comparación con amortiguadores convencionales, diferentes características seleccionables de amortiguación, correspondiente a su carga axial, en función de la desviación en la orientación pendular.

10 En una forma de realización particular, el absorbedor de vibraciones pendular según la invención puede adicionalmente ser diseñado, esencialmente, de manera independiente de la temperatura mediante determinados dispositivos constructivos.

15 Los absorbedores de vibraciones pendulares según la invención son adecuados para su utilización en particular en torres de aerogeneradores y a este respecto en particular para el amortiguamiento de la 1ª y la 2ª frecuencia propia.

Mientras el incrementar la altura de las torres de aerogeneradores, se incrementa, también, el problema de las vibraciones de la torre. Debido a la problemática del transporte, los diámetros de las torres de acero están limitados. Por consiguiente, debido a la susceptibilidad a las vibraciones de las torres hay un límite para la altura constructiva de torres de acero puras. Una solución del problema es la utilización de torres híbridas, es decir se construye la pieza de torre inferior de hormigón y se coloca sobre la misma una torre de acero. Así se consiguen alturas de torre mayores. Sin embargo, esto conlleva la desventaja de costes mayores.

25 Una solución adicional es la utilización de torres tubulares de acero más altas y, con ello, más flexibles que, debido a una amortiguación baja y a una altura creciente, se vuelven más sensibles a las vibraciones y, por tanto, necesitan absorbedores de vibraciones. Para el funcionamiento seguro de instalaciones con torres de acero que superan una altura de aproximadamente 100 m, se necesitan absorbedores de vibraciones de manera más o menos obligatoria.

30 A este respecto, se diferencia entre absorbedores de vibraciones, que se utilizan para reducir la primera frecuencia propia de flexión de la torre, y absorbedores de vibraciones, que se utilizan para reducir la segunda frecuencia propia de flexión de la torre.

35 Los absorbedores de vibraciones para la primera frecuencia propia de la torre se colocan en la zona superior de la torre. Estos amortiguan las vibraciones de la primera frecuencia propia de la torre. Esta se encuentra en el intervalo entre 0,1 Hz y 0,6 Hz, preferiblemente entre 0,2 Hz y 0,4 Hz. Según el estado de la técnica se usan absorbedores de vibraciones, que están suspendidos de un cable y cuya masa se mueve en un baño de aceite. La fricción interna del aceite durante el movimiento del péndulo en el baño de aceite genera un amortiguamiento, que extrae energía del sistema. Una desventaja de este sistema es la gran cantidad de aceite necesaria para poder mover el péndulo en un baño de aceite.

45 Los absorbedores de vibraciones para el amortiguamiento de la segunda frecuencia propia de la torre se colocan en la zona central de la torre, en donde existe la mayor amplitud del movimiento de vibración. La segunda frecuencia propia de la torre aparece por regla general con frecuencias de entre 1,0 y 3,0 Hz, preferiblemente entre 1,2 y 2,0 Hz. El absorbedor de vibraciones tiene que ser eficaz en este intervalo. Debido a que la frecuencia es mayor, ya no es posible, en este caso, el uso exclusivo de cables, dado que estos tendrían que ser muy cortos para dicha mayor frecuencia, lo que no es posible técnicamente. Por tanto, estas frecuencias mayores, según el estado de la técnica, se alcanzan mediante la instalación de resortes de acero adicionales, cuya acción de resorte tiene lugar en dirección radial o también en perpendicular a la dirección de vibración. Alternativamente se utilizan también resortes de goma. Dado que las vibraciones de la torre también aparecen debido al viento mientras la instalación está en reposo, existe la necesidad de construir absorbedores de vibraciones de tal manera que éstos también tienen que funcionar bajo todas las posibles condiciones ambientales incluso cuando la instalación esté en reposo. Esto significa también que los absorbedores de vibraciones tienen que trabajar de manera segura a temperaturas de entre -40° y +50° sin la disponibilidad de energía eléctrica, dado que de lo contrario existe el peligro de que las instalaciones se destruyan debido a vibraciones.

60 El estado de la técnica utiliza en múltiples ocasiones amortiguadores hidráulicos convencionales como absorbedores pendulares del estado de la técnica. Estos tienen, en la mayoría de los casos, la desventaja de que son dependientes de la temperatura. La dependencia de la temperatura es mayor o menor según qué materiales o líquidos hidráulicos se usen, pero es inevitable. Además, las juntas de émbolo usadas en dichos amortiguadores presentan solo una vida útil limitada. Además, los absorbedores de vibraciones pendulares, en particular en aerogeneradores, que están equipados con amortiguadores hidráulicos convencionales, tienen tendencia a golpear el péndulo contra la torre en el caso de movimientos adicionales intensos de la torre, debido a vibraciones en las operaciones de la instalación, de modo que en este caso son necesarias medidas adicionales especiales.

65 Se conocen absorbedores de vibraciones pendulares para torres de aerogeneradores, por ejemplo, por el

documento EP 1008747B1. A este respecto se trata de absorbedores con diferentes sistemas de amortiguamiento, entre otros, también de tipo hidráulico. Sin embargo, siguen siendo aproximadamente comparables con el estado de la técnica actual.

5 Los amortiguadores hidráulicos, se han desarrollado principalmente para la utilización en vehículos como amortiguadores de choques o cilindros de freno, se conocen por sus derechos de protección con números de expediente US 2.088.875 y BE 520 847.

10 Estos amortiguadores presentan cilindros con un espacio interno en forma de cono truncado, en el que, junto con el líquido hidráulico, puede moverse un émbolo debido a una aplicación de fuerza de tal manera que se frena al principio solo ligeramente, pero en el caso de ejercer una fuerza mayor, se frena fuertemente, y entonces completamente.

15 El absorbedor de vibraciones pendular según la invención descrito en el presente documento presenta, con respecto al estado de la técnica, la ventaja de que el amortiguamiento está adaptado a la velocidad respectiva del péndulo y presenta un amortiguamiento especialmente intenso en los extremos.

20 Para cumplir los requisitos específicos mencionados anteriormente para el amortiguamiento de torres altas (> 100 m), en particular de aerogeneradores, los inventores de la presente invención han desarrollado un amortiguador para un absorbedor de vibraciones pendular, que presenta un amortiguamiento, que de manera correspondiente a las diferentes formas de realización, es constante o aproximadamente constante en toda la zona de desviación del péndulo o, de manera alternativa, es mayor en las zonas de inversión que en el paso por el punto cero del péndulo. Opcionalmente, el amortiguamiento puede ser máximo en la zona de la máxima amplitud del absorbedor de vibraciones pendular y, relativamente reducido, durante el paso del péndulo por la posición central con velocidad máxima.

25 En una forma de realización particular, el absorbedor de vibraciones pendular hidráulico según la invención puede compensar, mediante las correspondientes medidas constructivas, para las diferentes propiedades dependientes de las diferentes temperaturas que reinan, en particular con respecto a las propiedades sensibles a la temperatura del líquido hidráulico.

30 Por consiguiente, un objeto de la invención es un absorbedor de vibraciones pendular que comprende al menos una masa (402, 411) de péndulo, que está sujeta a cables de péndulo, barras (401) de péndulo o resortes de péndulo, así como al menos dos amortiguadores hidráulicos con propiedades de amortiguamiento que pueden ser ajustadas a lo largo del recorrido de émbolo, que están sujetos por un extremo a la masa de péndulo o a la construcción de péndulo, y por el otro extremo a la estructura que debe amortiguarse.

A este respecto, cada uno de estos amortiguadores presenta las características de la reivindicación 1.

40 Un amortiguador del absorbedor de vibraciones pendular según la invención está compuesto esencialmente por un émbolo (12, 308) que puede moverse en un cilindro (22, 313, 502). El émbolo es empujado a través del espacio de cilindro con al menos una barra (302) a través de las tapas de cilindro, que habitualmente están equipadas con elementos de deslizamiento.

45 El cilindro (22, 313, 502) tiene la particularidad de que presenta una forma cónica doble, lo que quiere decir que su diámetro en el centro es mayor que en ambos extremos. Así, el intersticio (204) entre el émbolo (12, 308) y el cilindro (22, 313, 502) es mayor en la zona central que en los extremos.

50 La fuerza de amortiguación, que se genera mediante la fricción del líquido que fluye pasando entre el émbolo (12, 308) y el cilindro (22, 313, 502) principal, depende, por un lado, del grosor del intersticio (204) entre el émbolo y el cilindro, por otro lado, también de la velocidad del émbolo. Si se considera el movimiento de un péndulo, la velocidad del péndulo es máxima en la posición central, más baja, del péndulo, mientras que se vuelve más pequeña con amplitudes crecientes y se vuelve cero al final del recorrido del péndulo. A diferencia de esto, en el caso de usar un hidrocilindro según el estado de la técnica, la anchura (204, 315, 315-1) de intersticio entre el émbolo y la pared interna de cilindro es constante, con lo que el amortiguamiento es máximo a la velocidad de péndulo máxima (esta aparece en el caso de un péndulo en la posición central), mientras que se vuelve más pequeña en el caso de recorridos grandes hasta los extremos. Por consiguiente, el amortiguamiento de un péndulo, que está equipado con amortiguadores convencionales, no es constante a lo largo del recorrido de péndulo. Mediante la realización cónica del cilindro ahora es posible mantener el amortiguamiento aproximadamente constante a lo largo del recorrido de oscilación. Además, mediante un amortiguamiento reforzado en los extremos, por ejemplo, mediante un ángulo de conicidad mayor en el extremo es posible amortiguar de manera especialmente intensa el amortiguamiento en el caso de amplitudes del péndulo especialmente grandes. Esto es importante para la utilización de absorbedores de vibraciones pendulares en aerogeneradores, dado que estos, a diferencia de construcciones sometidas a carga meramente por el viento tales como, por ejemplo, chimeneas, para las cuales se han desarrollado absorbedores hasta la fecha, también generan movimientos a modo de choque por el funcionamiento, que tienen como consecuencia que la masa (402, 406) del absorbedor de vibraciones golpee contra la torre. Para evitar esto, el

desarrollo descrito contiene un amortiguamiento para la posición final.

Por consiguiente, un objeto de la invención es en particular también un absorbedor de vibraciones pendular con un amortiguador hidráulico, que tiene en el interior una sección cilíndrica en la parte central del cilindro (22, 313, 502) principal, mientras que en los extremos tiene forma de cono. Preferiblemente, un amortiguamiento de este tipo presenta en ambos extremos del cilindro (22, 313, 502) principal una forma cónica.

En una forma de realización particular, que es adecuada, en particular, para absorbedores de vibraciones pendulares que deben estar más amortiguados en el caso de grandes recorridos/amplitudes que durante el paso por el punto cero, el amortiguador presenta diferentes ángulos de conicidad en uno o ambos, preferiblemente en ambos extremos del cilindro (22, 313, 502) principal.

Por consiguiente, un objeto de la invención es un absorbedor pendular con un amortiguador hidráulico, en el que la zona de extremo en forma de cono del cilindro (22, 313, 502) presenta un ángulo (201, 202) de conicidad diferente, siendo el ángulo de conicidad de la sección (202) del extremo que apunta hacia fuera del cilindro mayor que el de la sección (201) del extremo que apunta hacia dentro. Según la invención, las diferencias pueden ascender a entre 0,1 y 45°, en particular entre 0,3 y 30°, preferiblemente entre 0,5 y 10°, y de manera especialmente preferible entre 0,1 y 1,0°, en cada caso medido con respecto al eje longitudinal del cilindro. En un amortiguador típico, la parte central del cilindro principal es cilíndrica, mientras que ambos extremos están diseñados en forma de cono con un ángulo de conicidad de 5°, 10°, 15°, 20°, 25° o 30° con respecto al eje de cilindro, presentando preferiblemente los dos extremos ángulos de conicidad de igual magnitud. En un amortiguador típico adicional, la parte central es cilíndrica y ambos extremos presentan dos zonas en forma de cono en cada caso diferentes con diferentes ángulos de conicidad. Por ejemplo, en este caso el ángulo del cono interno puede presentar 5°, 10° o 15°, mientras que el ángulo del cono externo es correspondientemente mayor, es decir, por ejemplo, 10°, 15° o 20°. Dicho de otro modo, el cilindro presenta desde dentro hacia fuera un diámetro decreciente, encontrándose los diámetros en una recta imaginaria (forma cónica), que no está dispuesta en paralelo al eje longitudinal del cilindro.

La forma cónica del cilindro (22, 313, 502) principal necesita obligatoriamente una forma que difiera de la forma de cilindro del émbolo (12, 308), para que el émbolo puede moverse por toda la longitud del cilindro, donde, de acuerdo con la idea de la invención, el intersticio (204, 315) entre el émbolo y la pared interna de cilindro tiene que ser suficientemente grande, pero diferente a lo largo de la longitud de movimiento, para que el amortiguamiento en las zonas externas no sea menor, sino, cuando sea apropiado, sea igual o incluso mayor que en la zona central del cilindro principal. Por este motivo, el émbolo (12, 308) es igualmente en forma de cono o de forma cónica.

Por consiguiente, un objeto de la invención es también un absorbedor de vibraciones pendular correspondiente con un amortiguador hidráulico, en el que el ángulo (203) de conicidad del émbolo (12) es igual o mayor que el ángulo (201, 202) de conicidad máximo del extremo del cilindro (22) principal, midiéndose el ángulo de conicidad entre el eje longitudinal del amortiguador y la respectiva superficie cónica.

Como ya se ha mencionado anteriormente, en aerogeneradores es necesario un amortiguamiento especial en los extremos. Para ello, se escoge que el diámetro del cilindro principal sea más pequeño (mediante la forma cónica con determinado ángulo de conicidad) en el extremo del recorrido del émbolo, de modo que al entrar el émbolo en esta zona se producen presiones mayores. El diámetro del cilindro puede mantenerse constante y a un nivel bajo en la zona de extremo del recorrido del émbolo. Para un frenado especialmente intenso del émbolo, el diámetro del cilindro puede reducirse significativamente otra vez en los extremos (mediante la forma cónica con ángulo de conicidad aumentado). Con ello se produce un intersticio de presión que se estrecha intensamente entre el émbolo y el cilindro antes de alcanzar la posición de extremo del émbolo, que conduce a una alta fuerza de frenado y con ello amortiguamiento.

Según la invención, el amortiguador hidráulico del absorbedor de vibraciones pendular presenta, además del cilindro principal, otras zonas. Así, en una forma de realización adicional el cilindro (22, 313, 502) principal puede estar rodeado por un tubo (314) envolvente, y haber entre el tubo envolvente y el cilindro (22, 313, 502) un espacio (10), que está lleno de líquido hidráulico sin presión. Por consiguiente, un objeto de la invención es el correspondiente amortiguador hidráulico en el que un tubo (314) envolvente rodea el cilindro (22, 313, 502) principal. Además, el amortiguador presenta por encima del cilindro principal un cilindro (304) anterior y por debajo del mismo un cilindro (311) posterior, mediante los cuales se guía o se adentra la al menos una barra (302) de émbolo o, y que también pueden servir como espacios de compensación de líquido.

El amortiguador del absorbedor de vibraciones pendular según la invención está compuesto por la zona de trabajo, en la que se mueve el émbolo (cilindro 22, 313, 502 principal) y en la que, por consiguiente, se producen presiones mayores, y por zonas (por ejemplo, cilindro 304 anterior y 311 posterior) que están aproximadamente sin presión. Dado que, en el cilindro principal se aplica presión y se succiona de la misma manera, el intervalo de presión se mantiene relativamente pequeño (como máximo un bar). En el caso de fuerzas de choque grandes, que se producen en aerogeneradores debido a, por ejemplo, ráfagas de viento que aparecen de manera brusca, también son posibles presiones mayores en el intervalo de como máximo 10 bar o, muy raras veces, aún mayores, hasta 20 bar. Pueden considerarse las fuerzas que actúan necesarias mediante la adaptación del diámetro y del número de

amortiguadores según la invención.

En una forma de realización preferida, tal como se ha mencionado, se rodea el cilindro principal mediante un tubo (314) envolvente. La zona entre el cilindro y el tubo (314) externo está preferiblemente llena de líquido sin presión. Por consiguiente, puede recogerse el líquido que sale debido a pérdidas por fugas entre los componentes de cilindro y el cilindro. Por consiguiente, el cilindro de presión puede producirse con una fabricación más sencilla de los elementos cónicos, a partir de varios tubos individuales de manera sencilla sin usar juntas. Cualquier fuga de aceite que salga en las guías deslizantes de las barras (302) de émbolo, es conducido igualmente a la zona sin presión a través de guías y perforaciones correspondientes. En el estado de construcción instalada, la abertura del espacio de líquido está dispuesta hacia arriba de tal manera que no pueda salir ningún líquido. Para prevenir la entrada de polvo, está previsto preferiblemente un sellado deslizante entre el/los recipiente(s) de líquido y la barra de émbolo. Para aliviar la junta del aire que entra y sale, puede preverse un tubo flexible de desaireación adicional, dispuesto hacia arriba, para la aireación y desaireación en caso de amplitudes grandes y en el caso de una velocidad alta de émbolo. Alternativamente, este tubo flexible de desaireación conecta todos los (por ejemplo, tres) cilindros (cilindro principal, anterior y posterior) de todo el sistema amortiguador, de modo que la presión puede ser compensadas y no pueden producirse fluctuaciones de presión en las zonas individuales.

En las formas de realización descritas, el líquido desplazado por el émbolo (12, 308) fluye de vuelta detrás del émbolo a través de dispositivos de desbordamiento o de reflujo. En una forma de realización sencilla de la invención, este dispositivo consiste en una barra de émbolo hueca, opcionalmente agujereada, a través de la cual el líquido que está delante del émbolo, vuelve de nuevo detrás del émbolo, opcionalmente usando los espacios de compensación de líquido, cuando se alcanza una determinada presión. El volumen desplazado se define, a este respecto, a través del grosor de la pared de la barra de émbolo. Si se utiliza un grosor de pared delgado de la barra de émbolo, entonces el volumen desplazado, en el caso de un movimiento de émbolo, es pequeño. Por consiguiente, este pequeño volumen desplazado puede ser alojado en la barra de embolo mediante una perforación en el interior de la misma, dado que el nivel de llenado en la barra de émbolo únicamente aumenta (en el caso de un desplazamiento hacia abajo) o disminuye (en el caso de un desplazamiento del émbolo hacia arriba). Si se usa un grosor de pared grueso de la barra de émbolo (por motivos de solidez), entonces tiene que desplazarse mucho líquido. Esto puede conducir a que el volumen interno de la barra de émbolo no sea suficiente para alojar el volumen desplazado. En este caso tiene que incorporarse un recipiente (304, 311) de compensación independiente, al interior del cual puede fluir el líquido desplazado. Este recipiente de compensación independiente puede encontrarse fuera o dentro del amortiguador. Únicamente tiene que existir una conexión directa entre el mismo y el recipiente de compensación. Para llevar el líquido desplazado por la barra de émbolo en la zona (311) al recipiente para el volumen (304) de compensación, en una forma de realización adicional se conecta la zona (311) con (304) mediante el tubo (312) de desbordamiento.

Por consiguiente, un objeto de la invención es un absorbedor de vibraciones pendular correspondiente con un amortiguador hidráulico, que comprende los siguientes dispositivos de desbordamiento y/o dispositivos de reflujo:

(i) tubos (312) de conexión, que conectan entre sí los espacios (304, 311) de compensación de líquido en la zona de cilindro anterior y posterior del cilindro (22, 313, 502) principal, a través de los cuales pasa la al menos una barra (302) de émbolo, y que opcionalmente discurren entre el tubo envolvente y el tubo de cilindro principal, y/o

(ii) un espacio (10) de desplazamiento entre el tubo envolvente y el cilindro (22, 313, 502) principal, que está conectado con el interior del cilindro principal a través de piezas (52, 53, 58) de conexión,

en el que dichos tubos de conexión o dicho espacio de desplazamiento estando previstos para el desbordamiento o el reflujo y opcionalmente como depósito de compensación del líquido hidráulico desplazado.

En una forma de realización los dispositivos de desbordamiento están formados por dicho espacio (10) de desplazamiento, que está conectado con el interior del cilindro principal a través de dichas piezas (52, 53, 58) de conexión en la zona de los dos extremos del cilindro (22, 313, 502).

La invención se refiere, además de la regulación de amortiguamiento descrita anteriormente, condicionada por la construcción particular, o de las características de amortiguamiento particular, también a tales amortiguadores hidráulicos, que están equipados adicionalmente con una compensación de temperatura especial según la invención.

La viscosidad de prácticamente todos los líquidos, que se tienen en cuenta para el uso de un sistema de este tipo, depende habitualmente de la temperatura. Especialmente en el caso de temperaturas bajas, la viscosidad aumenta mucho, de modo que se aumenta mucho la fricción y con ello el amortiguamiento de un sistema descrito anteriormente, lo cual conlleva, por regla general, problemas. Para poder funcionar con un líquido para todas las condiciones de temperatura, a pesar de esta dependencia de la temperatura, el amortiguador según la invención presenta uno o varios elementos de expansión, que compensan los efectos inducidos por la temperatura. Por consiguiente, la invención se refiere a un absorbedor de vibraciones pendular con un amortiguador hidráulico, que

comprende un dispositivo para la compensación de la variación de la viscosidad del líquido hidráulico inducida por la temperatura y, con ello, del amortiguamiento, presentando preferiblemente dicho dispositivo de compensación de la temperatura al menos un elemento de expansión, que está fabricado, o recubierto, con un material que presenta un mayor coeficiente de expansión térmica que el material de las otras partes del amortiguador (por regla general de acero o metal), que están rodeadas por el líquido que se encuentra a presión en el cilindro (22, 313, 502) principal o están en contacto con el mismo.

En una primera forma de realización, el elemento de expansión sensible a la temperatura está formado esencialmente por un mecanismo (3, 4) de regulación, que está controlado en función de la temperatura, que está conectado funcionalmente con una abertura (24) de derivación. El tamaño del intersticio (24) de paso de flujo en el cilindro (22, 313, 502) principal, o la cantidad de líquido que fluye a través de la abertura de derivación se determina mediante la posición variable de un mecanismo (3, 4) de regulación. La posición del mecanismo (3, 4) de regulación, que comprende, por ejemplo, un elemento de regulación o un émbolo de regulación y un buje de regulación o un perno de regulación, se cambia en función de la temperatura tal como sigue: se dispone un buje (3) de regulación o un perno de regulación en la zona del cilindro principal, por ejemplo, en la zona (311) de cilindro posterior. Este buje o perno está compuesto por un material que tiene un coeficiente de expansión térmica significativamente más alto o mayor que el material circundante, que es preferiblemente acero. Por consiguiente, la longitud del buje (3) de regulación o del perno de regulación se reduce en mayor medida con temperaturas bajas y se alarga en mayor medida con temperaturas altas, que para el material circundante. El buje (3) de regulación o el perno de regulación mueve, a su vez, debido a la expansión variable de su longitudinal, el émbolo (4) de regulación o el elemento de regulación, de modo que así se aumenta o se reduce el tamaño del intersticio (24) de paso de flujo/abertura de derivación, causando, a su vez, el flujo de líquido entre los dos canales (52 y 53) de desbordamiento, que están conectados con el interior del cilindro principal, se regule así en función de la temperatura. Es decir, este elemento de expansión comprende un mecanismo (3, 4) de regulación preferiblemente en forma de un perno (3) de regulación o un buje de regulación, y de un elemento (4) de regulación o émbolo de regulación, así como un intersticio (24) de paso de flujo que está en contacto con canales (52, 58) o perforaciones de desbordamiento, estando fabricadas al menos partes del mecanismo (3, 4) de regulación con un material con un mayor coeficiente de expansión térmica que el material del material del cilindro (22) principal, y el mecanismo (3, 4) de regulación regula, mediante la diferente expansión longitudinal dependiente de la temperatura, la anchura del intersticio (24) de paso de flujo y, con ello, cuando el émbolo (12, 308) es movido, el flujo de líquido a través del cilindro (22, 313, 503) principal. El mecanismo de regulación también puede comprender un dispositivo (23) de recuperación de la parte del dispositivo, que regula la abertura del intersticio (24) de paso de flujo. Por consiguiente, un objeto de la invención es un amortiguador hidráulico correspondiente, en el que el elemento (4) de regulación o el émbolo de regulación está conectado de manera holgada con el buje (3) de regulación o el perno de regulación sometido a la expansión longitudinal y puede recuperar de nuevo a la posición de partida mediante un dispositivo (23) de recuperación sujeto a la base (22, 313, 503) de cilindro principal, por ejemplo, un resorte. La recuperación del émbolo (4) de regulación replegado, en el caso de temperaturas altas, tiene lugar preferiblemente mediante el dispositivo (23) de recuperación, de modo que el émbolo (4) de regulación o el elemento de regulación sigue al buje (3) de regulación o perno de regulación, que es más corto a temperaturas reducidas. Alternativamente al dispositivo de recuperación, el émbolo de regulación puede estar conectado de manera firme con el buje (3) de regulación, que está sujeto igualmente a la base de cilindro inferior, de modo que el buje (3) de regulación, que se acorta en el caso de temperaturas decrecientes, tira del émbolo (4) de regulación. Esto reduce el tamaño del intersticio (24) de paso de flujo a temperaturas mayores y lo aumenta a temperaturas decrecientes. Existe una conexión entre los dos canales (52, 53) de desbordamiento. De este canal de desbordamiento en forma anular parten perforaciones axiales a través de la pared (58) de cilindro. En la zona inferior del cilindro, estas perforaciones desembocan en un espacio hueco, que es abierto por el émbolo (4) de regulación en función de la temperatura, de modo que existe una conexión con el canal (53) de desbordamiento en función de la temperatura, cuando el émbolo (4) de regulación esté abierto. Por consiguiente, el intercambio de líquido entre los dos canales (52, 53) de desbordamiento es posible al estar el émbolo (4) de regulación o el elemento de regulación más o menos abierto.

La compensación de la temperatura también puede conseguirse independiente o adicionalmente mediante el uso de un émbolo (12) de un material con un mayor coeficiente de expansión térmica que el material del cilindro principal. En este caso no se requiere ningún intersticio (24) de flujo, dado que en este caso la regulación tiene lugar a través del tamaño del intersticio (204, 315, 315-1), entre el émbolo (12, 308) y la pared interna de cilindro, que es dependiente de la temperatura.

El émbolo (12, 308) también puede estar recubierto con un material correspondiente, pudiendo estar limitado el recubrimiento a la zona que limita con la pared interna del cilindro principal, porque en esta zona la expansión o contracción del material de recubrimiento sensible a la temperatura tiene mayor influencia sobre el intersticio (204, 310, 315, 315-1). Por consiguiente, también pertenece a la invención un absorbedor de vibraciones pendular, cuyos amortiguadores hidráulicos comprenden dicho dispositivo de compensación de la temperatura con un émbolo (12, 308), que está fabricado con un material o está recubierto con un material (308-1), que presenta un mayor coeficiente de expansión térmica que el material adicional del cilindro (22, 313, 502) principal.

En una tercera forma de realización, el al menos un elemento de expansión no está en el cilindro (304) anterior y/o (311) posterior sino en el cilindro (22, 313, 502) principal o entre el cilindro principal y el tubo (314) envolvente

externo. El elemento (309, 501, 503) de expansión del dispositivo sensible a la temperatura puede estar representado por un cuerpo moldeado sencillo, fabricado con, o recubierto con, un material correspondiente sensible a la temperatura, por ejemplo, en forma de un cilindro (carcasa completa, media carcasa o partes del mismo) o de un buje, de modo que el dispositivo (3) (4) de regulación complicado con alguna abertura de derivación necesaria, se hace innecesario. Según el tamaño del amortiguador, el elemento (309, 501, 503) de expansión puede tener una longitud y/o grosor diferentes, de modo que pueden aparecer acortamientos o expansiones de material en diferente medida como consecuencia de una variación de temperatura. De este modo, el espacio para el líquido hidráulico se vuelve más pequeño o más grande y con ello la fricción más grande o más pequeña de manera correspondiente a la variación de temperatura. En el caso de temperaturas bajas, el cilindro moldeado se contrae significativamente en mayor medida que el tubo envolvente y el cilindro principal de modo que, para el líquido que se ha vuelto ahora más viscoso, hay disponible más espacio, de modo que el efecto de amortiguamiento total se mantiene prácticamente constante. A temperaturas altas está disponible menos espacio para el líquido ahora poco viscoso que fluye (las aberturas 204, 315, 315-1 de intersticio son en este caso muy pequeñas), de modo que también en este caso el efecto de amortiguamiento total se mantiene prácticamente inalterado en el caso óptimo.

Dicho al menos un elemento (309) de expansión está situado, en una forma de realización, en el espacio (10) intermedio entre el cilindro (22, 313, 502) principal y el tubo (314) envolvente, o alternativamente, en el interior del cilindro principal. Para que la expansión/el acortamiento longitudinal dependiente de la temperatura del elemento de expansión pueda influir en, y regular, la fluidez de líquido, que tiene diferente viscosidad a diferentes temperaturas, se necesita un intersticio (310) colocado y conformado correspondientemente, por regla general de forma anular, en la base de cilindro, y/o tapa de cilindro, del cilindro (22, 313, 502) principal, que se cierra o se abre total o parcialmente cuando se produce una variación de longitud del elemento de expansión, la cual influencia el amortiguamiento. Es decir, la compensación de temperatura tiene lugar mediante el elemento (309) de expansión, que está dispuesto alrededor del cilindro dentro o fuera de éste. En función de la temperatura, el elemento (309) se expande de diferente manera, de modo que el intersticio (310) de compensación de temperatura se abre en mayor o menor medida. La viscosidad del líquido hidráulico reduce a mayor temperatura. Al mismo tiempo se expande el elemento (309) de expansión, de modo que el intersticio (310) anular se vuelve más pequeño. Dado que el diámetro del tubo (22, 313, 502) de cilindro está preferiblemente abombado, es decir es mayor en la zona central del émbolo que en los extremos, el amortiguamiento de un absorbedor de vibraciones pendular, que es más lento en el extremo, aumenta mediante el amortiguador según la invención. Por consiguiente, un objeto de la invención es un amortiguador hidráulico correspondiente, que presente en al menos un extremo un intersticio (310) anular, que se cierra o abre más o menos mediante la variación de longitud condicionada por la temperatura del elemento (309, 501, 503) de expansión, de modo que se mantiene esencialmente inalterado el amortiguamiento a pesar de la variación de temperatura.

En una forma de realización adicional, el al menos un elemento (501, 503) de expansión se representa mediante un recubrimiento interno completo o parcial o un manguito interno apoyado en la pared interna conformado de manera correspondiente al cilindro principal (abombado o cónico-cilíndrico) en el interior del cilindro principal. En una forma de realización preferida, el elemento de expansión es más grueso en la zona central del cilindro que en los extremos del cilindro principal o del recorrido de émbolo en el cilindro. Para ello, el tubo (502) de cilindro tiene que estar conformado correspondientemente, teniendo en cuenta cuando sea apropiado las otras características de forma descritas anteriormente. En cuanto a la temperatura, por ejemplo, disminuye, aumenta la viscosidad del líquido hidráulico, por regla general del aceite, y el elemento (501, 503) de expansión se contrae. De este modo el intersticio (204, 315, 315-1) anular hacia al émbolo se vuelve más grande. El intersticio anular mayor compensa la viscosidad mayor del líquido hidráulico a menores temperaturas. En el caso de mayores temperaturas, la viscosidad disminuye y el intersticio anular se vuelve más pequeño. La superficie interna del recubrimiento de plástico está preferiblemente abombada para generar un mayor amortiguamiento en el extremo. En el extremo, el intersticio anular hacia el émbolo es más pequeño y no puede variar demasiado en el caso de una variación de temperatura. Esto conduce a que el recubrimiento de plástico en el extremo tenga que ser más delgado. Mediante una forma adecuada del tubo (502) de cilindro y del recubrimiento (501, 503), cada posición del émbolo puede tener un amortiguamiento distinto, que al mismo tiempo está compensado con la temperatura.

Los elementos (309, 501, 503) de expansión están hechos, según la invención, de materiales elásticos sintéticos o naturales de diferente dureza, que el experto en la técnica puede seleccionar de las sustancias elastoméricas conocidas según las fuerzas que se espera que aparezcan en el amortiguador o absorbedor.

En una forma de realización adicional, el émbolo (12, 308) del amortiguador presenta, en uno o ambos extremos en la dirección axial, una ranura (307) preferiblemente anular, que está prevista para aumentar el amortiguamiento poco antes del tope. Para ello, el cilindro (22, 313, 502) principal presenta en la zona inferior y/o superior, o en los extremos, preferiblemente en las tapas de cilindro, un saliente (306) de perfil conformado de manera correspondiente a la ranura. El saliente de perfil se adentra en esta ranura (307) para el amortiguamiento progresivo en el tope. El líquido encerrado en el estrecho intersticio provoca un aumento adicional del amortiguamiento en el extremo.

En una forma de realización según la invención de la invención, el absorbedor de vibraciones pendular presenta dos masas (402, 411) de péndulo, que están conectadas entre sí mediante un tubo (404) central, así como dispositivos

para ajustar y orientar los amortiguadores (405, 406, 407) hidráulicos y las desviaciones del extremo del absorbedor (408, 409, 410).

5 En los absorbedores pendulares según la invención, la forma cónica del cilindro (22, 313, 502) principal está diseñada de tal manera que el amortiguamiento del absorbedor de vibraciones pendular corresponde en el punto de desviación máxima aproximadamente al amortiguamiento en la zona del paso por el punto cero, o es mayor que en la zona del paso por el punto cero

10 Para el amortiguamiento de la primera frecuencia propia de la torre se sujeta el absorbedor de vibraciones pendular según la invención en la zona superior de la torre con cables o barras elásticas. Para el amortiguamiento de la segunda frecuencia propia de la torre se dispone el absorbedor de vibraciones en la zona de máxima amplitud en la torre (aproximadamente en el centro de la torre). En el caso de frecuencias mayores (aproximadamente de más de 0,5 Hz) pueden estar colocados, además de los cables, resortes adicionales, para que la frecuencia propia del sistema de absorbedor de vibraciones sea correspondientemente alta a pesar de los cables largos. En lugar de los cables también es posible la utilización de barras de péndulo, que presentan una articulación que puede moverse en todas las direcciones. Dado que un sistema, compuesto por cables no amortiguados con masa adicional, está prácticamente sin amortiguar, pueden ser necesarios amortiguadores adicionales.

15 También se usan resortes adicionales para el ajuste fino de frecuencias de menos de 0,5 Hz. Estos pueden estar incorporados en la dirección efectiva del absorbedor de vibraciones. También es posible utilizar los resortes adicionales en perpendicular a la dirección efectiva del absorbedor de vibraciones. La unión simultánea de los resortes con un elemento de sujeción largo (cable o barra) resulta en una deformación comparativamente reducida de los resortes adicionales. También son posibles resortes adicionales en ángulos entre la dirección efectiva y la perpendicular a la dirección efectiva.

20 La parte fija inferior del amortiguador está sujeta a la masa (411) de péndulo. La sujeción puede tener lugar en la zona superior de la masa de péndulo. En el caso de usar una masa muy larga, con un centro de gravedad más bajo, los amortiguadores tienen que disponerse aproximadamente a la altura del centro de gravedad. La parte superior de los amortiguadores se sujeta a la torre o a una construcción sujeta a la torre. Los amortiguadores están dispuestos preferiblemente con una inclinación, con un ángulo con respecto a la perpendicular preferiblemente de entre 30° y 60°, preferiblemente 45° o aproximadamente 45°. Sin embargo, el ángulo puede ser por motivos de espacio también menor de 30°, por ejemplo, en el caso de condiciones de espacio estrechas de entre 20° y 30°, sin que se produzca un perjuicio significativo del amortiguamiento.

25 Los absorbedores pendulares según la invención presentan preferiblemente tres de los amortiguadores descritos, que están dispuestos preferiblemente en forma de estrella. Básicamente también es posible la utilización de dos amortiguadores, que están dispuestos en un ángulo de 90°.

30 La invención comprende, en lugar de barras de péndulo o cables de péndulo, también barras de resorte elásticas, o barras enrolladas en forma de espiral, que son flexibles per se. En lugar de los cables de acero se usan, para ello, barras de flexión sujetas de manera firme, que debido a su propia rigidez provocan una frecuencia mayor que la provocada con cables elásticos. Estos consisten esencialmente de un tubo ranurado en forma de espiral, que posibilita una deformación radial grande en el caso de tensiones de flexión comparativamente pequeñas. Para optimizar los resortes es posible diseñar la inclinación de las espirales de manera plana en la zona central, la cual se deforma en menor medida durante la flexión, de modo que también en esta zona tenga lugar una deformación mayor, de modo que la longitud de los resortes pueda reducirse aún más. Dado que con tales barras sólo pueden implementarse recorridos relativamente pequeños en la dirección horizontal, debido a los límites de deformación elástica, las barras tienen que realizarse con una longitud mayor (>2 m). Para, a pesar de ello, conseguir una rigidez suficiente, tiene que aumentarse la sección transversal de las barras al incrementar su longitud. Como consecuencia, a causa de las tensiones a su vez mayores en los bordes de las barras más gruesas, la longitud tiene que ser aumentada adicionalmente. El sistema puede implementarse usando barras que son así más gruesas y más largas, y representa una novedad.

35 Los absorbedores de vibraciones pendulares según la invención están destinados preferiblemente para la utilización en aerogeneradores, en particular en la zona de la torre. Sin embargo, pueden utilizarse en general en el amortiguamiento de estructuras susceptibles a la vibración, debido a la posibilidad de la compensación de la temperatura en particular al aire libre. Ejemplos de esto son:

- 40 • grúa estacionaria o grúa móvil
- 50 • torres, torres de radio, torres de iluminación, torres de observación
- edificios, rascacielos, estadios
- 65 • puentes, puentes levadizos, cables de puente

Finalmente, también son objeto de la invención aerogeneradores que presentan habitualmente una torre con góndola, rotor, generador y, dado el caso, engranaje. Los aerogeneradores según la invención presentan al menos un absorbedor de vibraciones pendular o al menos un amortiguador hidráulico tal como se describe anteriormente o en las reivindicaciones, estando situado preferiblemente el amortiguador hidráulico o el absorbedor de vibraciones pendular hidráulico en la torre de la instalación de tal manera que se amortiguan vibraciones de la torre de la 1ª y 2ª frecuencia propia.

La invención descrita se refiere a absorbedores de vibraciones pendulares que debido a sus características constructivas presentan propiedades de amortiguamiento que pueden ser ajustadas a lo largo del recorrido del émbolo. Además, estos amortiguadores y absorbedores de vibraciones pendulares están dotados de dispositivos que compensan totalmente, o al menos en su mayor parte, las propiedades de amortiguamiento cambiantes del amortiguador y del absorbedor de vibraciones pendular que aparecen debido a las variaciones de temperatura.

Sin embargo, el principio presentado en el presente documento del amortiguamiento compensado por temperatura puede utilizarse también independientemente de las medidas constructivas del absorbedor de vibraciones pendular, descrito para la regulación de las propiedades de amortiguamiento de un amortiguador hidráulico cualquiera, a lo largo de su recorrido de émbolo.

Breve descripción de los números de referencia:

20	3	buje de regulación o perno de regulación
	4	émbolo de regulación o elemento de regulación
	10	espacio/volumen entre el tubo 314 envolvente y el cilindro 22, 213, 502 principal
	12	émbolo del cilindro (en el cilindro 22 principal)
25	22	cilindro principal/tubo interno de cilindro
	23	resorte de recuperación para elemento 4 de regulación o émbolo de regulación
	24	intersticio de flujo (derivación) en la zona del elemento 4 de regulación/émbolo de regulación
	27	sentido de movimiento del émbolo
	28	sentido de movimiento del líquido
30	52	canal de desbordamiento (en la dirección del cilindro posterior)
	53	canal de desbordamiento (en la dirección del cilindro anterior)
	58	perforación de desbordamiento axial (cilindro principal)
	201	ángulo de conicidad del cilindro principal en el extremo interno
	202	ángulo de conicidad del cilindro principal en el extremo externo
35	203	ángulo de conicidad del émbolo
	204	intersticio entre 202 y 203
	301	articulación de conexión
	302	barra(s) de émbolo, tubo de émbolo
	303	junta
40	304	cilindro anterior/espacio de líquido/volumen de compensación
	305	elemento de deslizamiento para la barra de émbolo
	307	ranura en el émbolo 308
	308	émbolo de cilindro (en el cilindro 22 principal)
	308-1	elemento de expansión sobre el émbolo 308
45	309	elemento de expansión como recubrimiento o cuerpo moldeado
	310	intersticio de compensación de temperatura en la tapa de cilindro o base de cilindro
	311	cilindro posterior/espacio de líquido
	312	tubo de desbordamiento en el espacio o tubo 314 envolvente y cilindro 22, 313, 502 principal
	313	cilindro principal/tubo interno de cilindro: abombado/cónico-cilíndrico
50	314	tubo envolvente/tubo externo de cilindro (cilindro principal)
	315	intersticio dependiente de la temperatura y de la posición en la posición central - zona ancha
	315-1	intersticio dependiente de la temperatura y de la posición en el extremo - zona estrecha
	401	barras de péndulo, cables de péndulo, resortes de péndulo
	402	masa de absorbedor de vibraciones superior
55	403	amortiguador según la invención completo
	404	masa del tubo central del absorbedor de vibraciones
	405, 406	articulaciones de amortiguador en el lado de la torre-en el lado del absorbedor de vibraciones
	407	anillo de sujeción de regulación en altura
	408, 409	topes de extremo, en el lado de absorbedor-en el lado de torre
60	410	protección frente a un fallo
	411	masa de absorbedor de vibraciones inferior
	412	anillo de tope
	413	elementos de resorte elastoméricos
	501, 503	elemento de expansión como capa de elastómero/capa de plástico
65	502	cilindro principal/tubo interno de cilindro: diferente sección transversal

Breve descripción de las figuras

	Figura 1	Absorbedor de vibraciones pendular con hidroamortiguadores según la invención
5	Figuras 2A/2B	Cortes a través de cilindros principales según la invención (mitad y totalidad)
	Figuras 3A/3B	Detalles de cilindros principales (mitad y totalidad)
	Figuras 4A/4B	Émbolo cónico (en forma de cono) desplazado en zonas progresivas
10	Figura 5	Regulación de temperatura mediante el buje de regulación y émbolo de regulación
	Figura 6	Hidroamortiguador con compensación de temperatura por medio del elemento de expansión 309 y del intersticio 310
15	Figura 7	Hidroamortiguador con compensación de temperatura por medio de émbolos 308 recubiertos en un tubo de cilindro abombado
20	Figura 8	Hidroamortiguador con compensación de temperatura por medio de recubrimiento (501, 503) de diferente grosor dentro del tubo (502) de cilindro con mayor sección transversal en la zona central

REIVINDICACIONES

1. Absorbedor de vibraciones pendular para el amortiguamiento de vibraciones de la torre en un aerogenerador, pudiendo adaptarse el amortiguamiento a la velocidad del péndulo, que comprende al menos una masa (402, 411) de péndulo, que está sujeta a cables o barras (401) de péndulo, así como al menos dos amortiguadores hidráulicos con propiedades de amortiguamiento que pueden ajustarse a lo largo del recorrido de émbolo, que están sujetos por un extremo a la masa de péndulo y por el otro extremo a la estructura que debe amortiguarse, comprendiendo cada amortiguador hidráulico:
 - (i) un cilindro (22, 313, 502) principal en cuyo interior puede desplazarse en vaivén, a lo largo de su eje longitudinal, un émbolo (12, 308) que puede moverse mediante líquido hidráulico por medio de al menos una barra (302) de émbolo de acuerdo con las fuerzas que actúan externamente sobre los amortiguadores en la dirección longitudinal; y estando diseñado el cilindro principal en forma de cono, al menos en ambos extremos, de tal manera que el extremo del cono más estrecho está dirigido hacia fuera y el otro extremo de cono más ancho hacia dentro, con lo que el diámetro del cilindro es mayor en el centro que en los dos extremos,

y presentando el émbolo (12, 308) igualmente un diseño correspondientemente en forma de cono, que posibilita un desplazamiento del émbolo dentro del respectivo extremo en forma de cono del cilindro y hasta el final del extremo,

y siendo el intersticio (204, 315) entre el émbolo y el cilindro principal mayor en la zona central del cilindro principal que en los extremos en forma de cono,
 - (ii) una zona (304, 311) de cilindro anterior y posterior y
 - (iii) dispositivos de desbordamiento y/o dispositivos de reflujo, que guían de vuelta el líquido hidráulico, desplazado por el émbolo (12, 308) movido, detrás del émbolo,

en el que el amortiguamiento de los amortiguadores hidráulicos, que se genera mediante la fricción del líquido hidráulico que fluye pasando entre el émbolo y cilindro principal, depende de dicho intersticio (204, 315) entre el cilindro principal y el émbolo por un lado y de la velocidad del émbolo por otro lado, y siendo la velocidad del péndulo máxima al pasar por el punto cero, volviéndose más pequeña con amplitudes crecientes y siendo cero en el punto de desviación máxima del péndulo,

caracterizado porque la forma cónica del cilindro (22, 313, 502) principal en los dos extremos está diseñada de tal manera que el amortiguamiento del absorbedor de vibraciones pendular (a) corresponde, en dicho punto de desviación máxima del péndulo, aproximadamente al amortiguamiento en la zona de dicho paso por el punto cero o es mayor que en la zona del paso por el punto cero, o (b) es constante, o aproximadamente constante, en toda la zona de desviación del péndulo.
2. Absorbedor de vibraciones pendular según la reivindicación 1, caracterizado porque los extremos en forma de cono del cilindro (22, 313, 502) principal presentan un ángulo (201, 202) de conicidad diferente, siendo el ángulo de conicidad de la sección (202) del extremo que apunta hacia fuera del cilindro, mayor que el de la sección (201) del extremo que apunta hacia dentro.
3. Absorbedor de vibraciones pendular según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el ángulo (203) de conicidad del émbolo (12) es igual o mayor que el ángulo (201, 202) de conicidad máximo de los extremos en forma de cono del cilindro (22, 313, 502) principal, midiéndose el ángulo de conicidad entre el eje longitudinal de un amortiguador y de la respectiva superficie cónica.
4. Absorbedor de vibraciones pendular según una de las reivindicaciones 1 - 3, caracterizado porque los amortiguadores hidráulicos comprenden un dispositivo para la compensación de las variaciones de la viscosidad del líquido hidráulico dependientes de la temperatura y con ello del amortiguamiento.
5. Absorbedor de vibraciones pendular según la reivindicación 4, caracterizado porque dicho dispositivo de compensación dependiente de la temperatura presenta al menos un elemento (309, 3, 4, 308-1, 501, 503) de expansión, que está fabricado, o recubierto con un material, que presenta un mayor coeficiente de expansión térmica que el material del resto de las partes del amortiguador que están rodeadas por el líquido presurizado en el cilindro (22, 313, 502) principal o que están en contacto con el mismo.
6. Absorbedor de vibraciones pendular según la reivindicación 5, caracterizado porque el al menos un elemento de expansión de los émbolos (12, 308), está el mismo fabricado con un material correspondiente, o es un recubrimiento (308-1) del émbolo.
7. Absorbedor de vibraciones pendular según la reivindicación 5 ó 6, caracterizado porque dicho al menos un elemento (309, 501, 503) de expansión está alojado en el cilindro (22, 313, 502) principal o en el espacio

(10) entre el cilindro (22, 313, 502) principal y el tubo (314) envolvente.

- 5 8. Absorbedor de vibraciones pendular según la reivindicación 7, caracterizado porque el cilindro principal presenta al menos en un extremo un intersticio (310) anular, que se cierra o se abre más o menos mediante la variación de la longitud del elemento (309) de expansión dependiente de la temperatura, de modo que así el amortiguamiento permanece esencialmente inalterado a pesar de la variación de temperatura.
- 10 9. Absorbedor de vibraciones pendular según la reivindicación 7, caracterizado porque el elemento (501, 503) de expansión se encuentra en el interior del cilindro (22, 313, 502) principal, y reviste total o parcialmente la pared interna del cilindro (22, 313, 502) principal como recubrimiento o está en contacto con la misma.
- 15 10. Absorbedor de vibraciones pendular según la reivindicación 5 ó 6, caracterizado porque dicho al menos un elemento de expansión sensible a la temperatura comprende un mecanismo (3, 4) de regulación en el extremo superior y/o inferior del cilindro (22, 313, 502) principal, regulando dicho mecanismo de regulación la anchura de un intersticio (24) de flujo en función de su variación de longitud dependiente de la temperatura, que está conectado con el cilindro principal y los dispositivos (52, 53, 58) de desbordamiento, y con ello el flujo de líquido en el cilindro (22, 313, 502) principal cuando el émbolo (12, 308) se mueve.
- 20 11. Absorbedor de vibraciones pendular según la reivindicación 10, caracterizado porque el mecanismo de regulación comprende un perno (3) de regulación o un buje de regulación, y un elemento (4) de regulación o émbolo de regulación, estando el émbolo (4) de regulación o el elemento de regulación
- 25 (i) conectado de manera holgada con el buje (3) de regulación/perno de regulación y pudiendo recuperar de nuevo a la posición de partida mediante un dispositivo (23) de recuperación, o
- (ii) conectado de manera firme con el buje (3) de regulación o el perno de regulación, y teniendo lugar la recuperación mediante la contracción longitudinal del buje (3) de regulación en el caso de una variación de temperatura.
- 30 12. Absorbedor de vibraciones pendular según una de las reivindicaciones 1 - 11, caracterizado porque el émbolo (12, 308) presenta una ranura (307) de desplazamiento, en uno o ambos extremos, en la dirección axial, que puede alojar un saliente (306) de perfil colocado y conformado de manera correspondiente en uno o ambos extremos del cilindro (22, 313, 502) principal en el final del extremo.
- 35 13. Absorbedor de vibraciones pendular según una de las reivindicaciones 1 - 12, caracterizado porque presenta dos masas (402, 411) pendulares, que están unidas entre sí mediante un tubo (404) central, así como dispositivos para ajustar y orientar los amortiguadores (405, 406, 407) hidráulicos y las desviaciones del extremo del absorbedor de vibraciones (408, 409, 410).
- 40 14. Aerogenerador que comprende una torre con góndola, rotor, generador y opcionalmente engranaje, caracterizado porque presenta al menos un absorbedor de vibraciones pendular según una de las reivindicaciones 1 - 13.
- 45 15. Uso de un absorbedor de vibraciones pendular según una de las reivindicaciones 1 - 13 para el amortiguamiento de vibraciones de la torre de la 1ª y 2ª frecuencia propia en aerogeneradores.

Figura 1

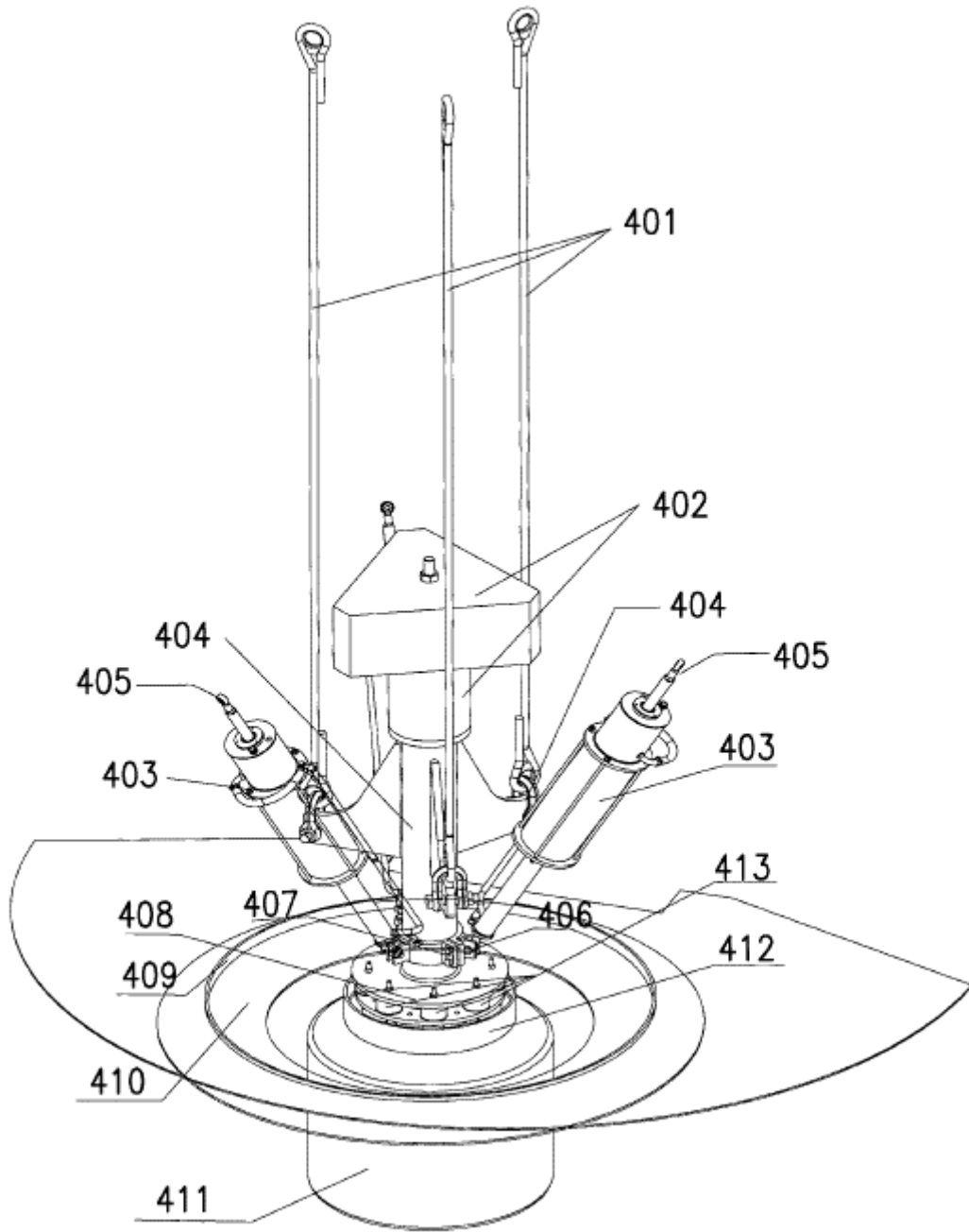


Figura 2A

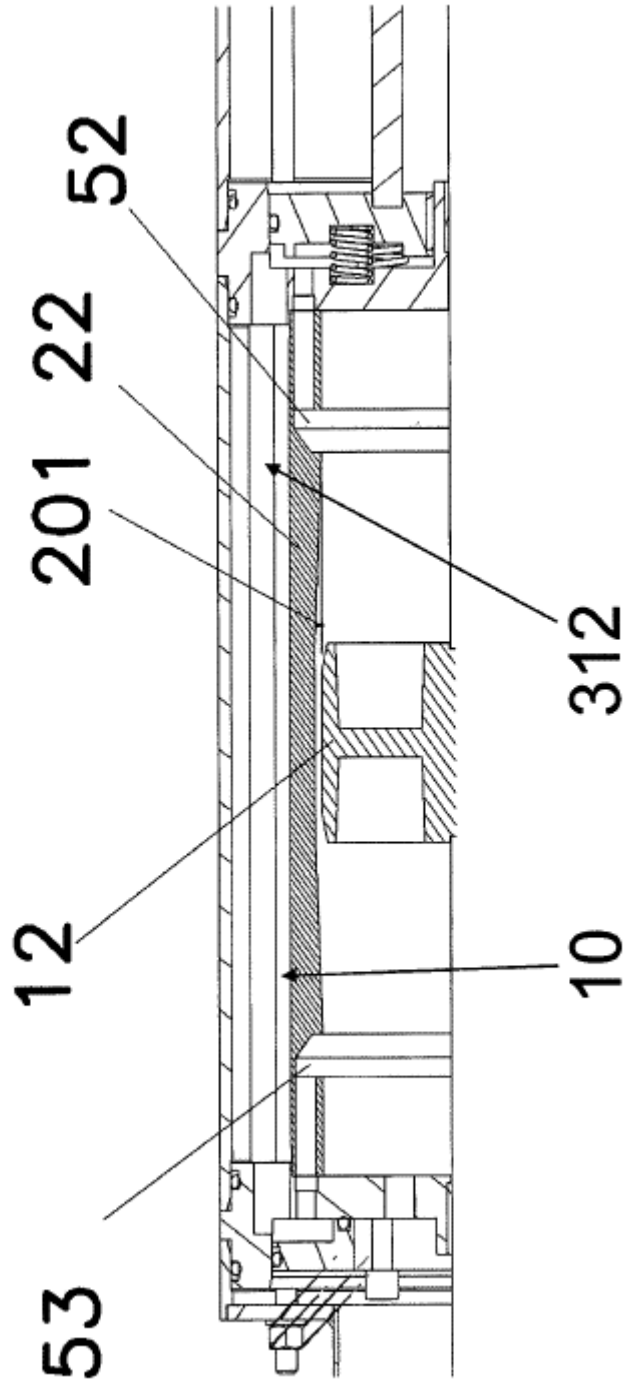


Figura 2B

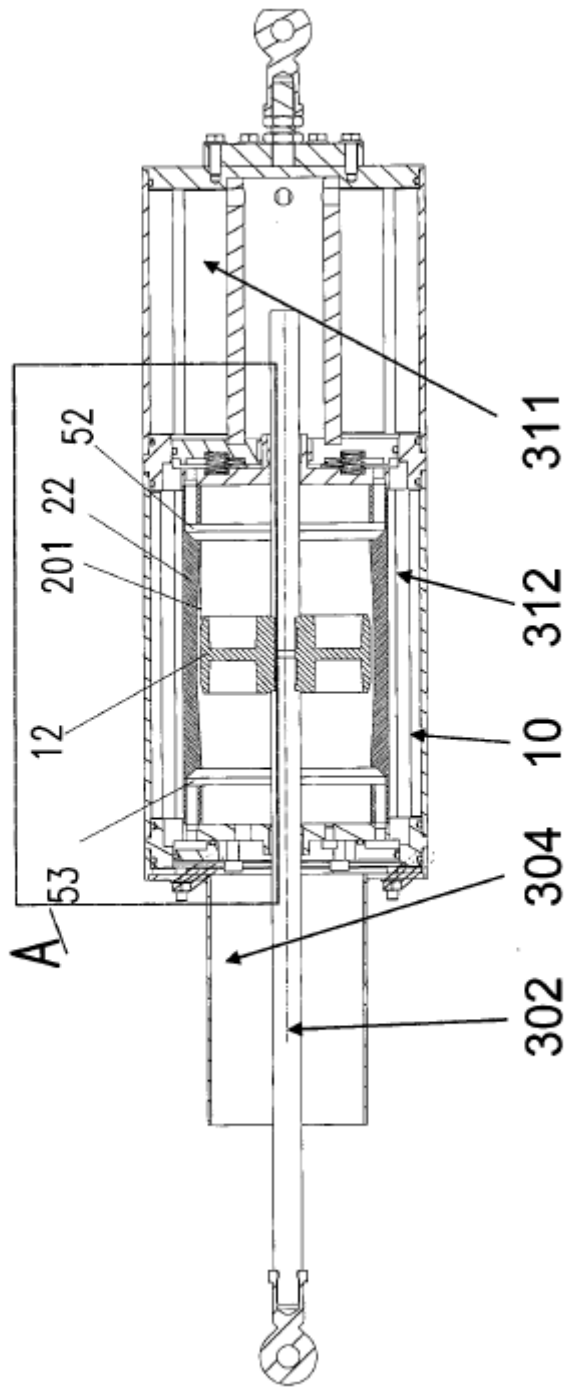


Figura 3A

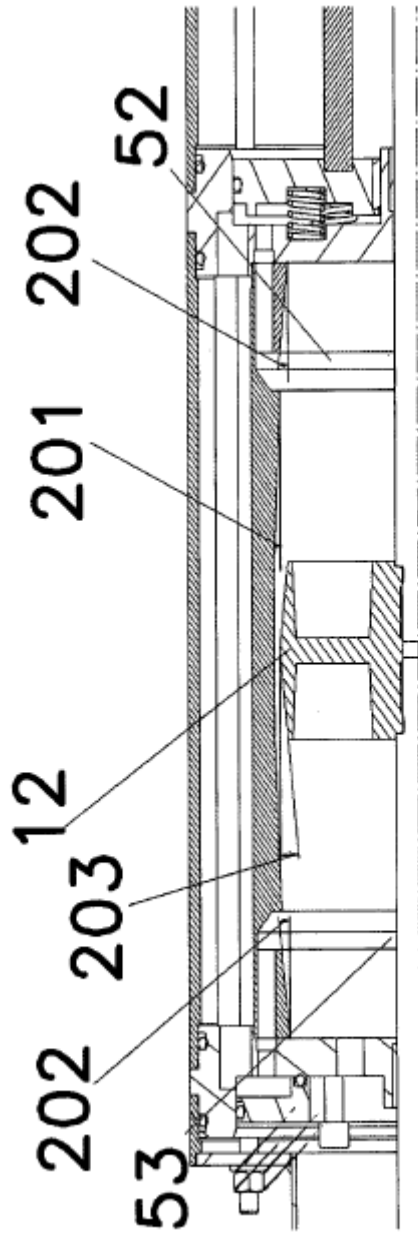


Figura 3B

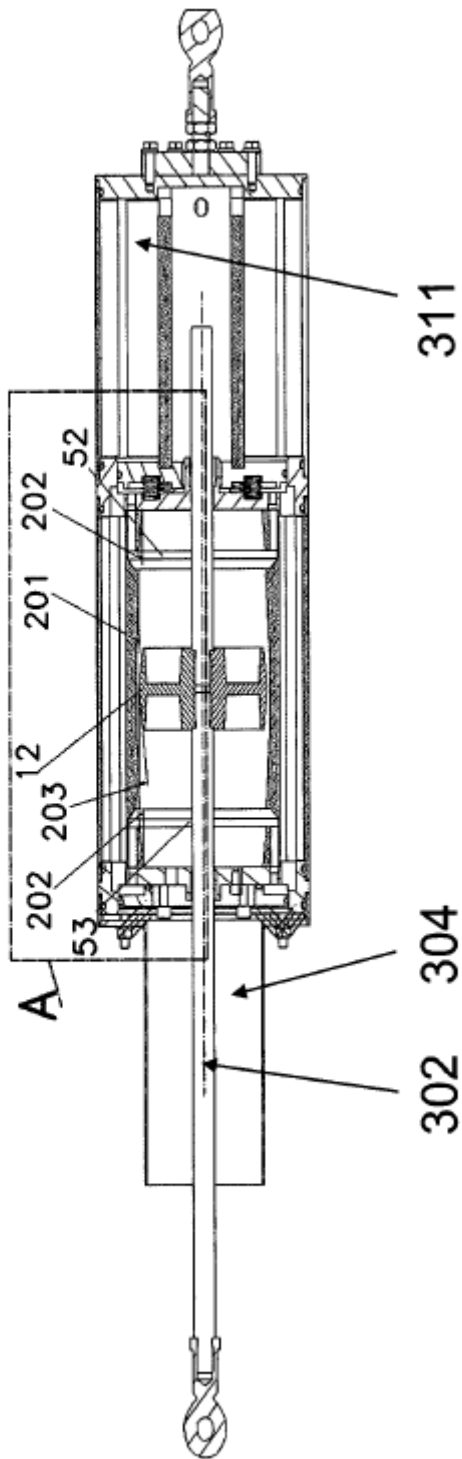


Figura 4A

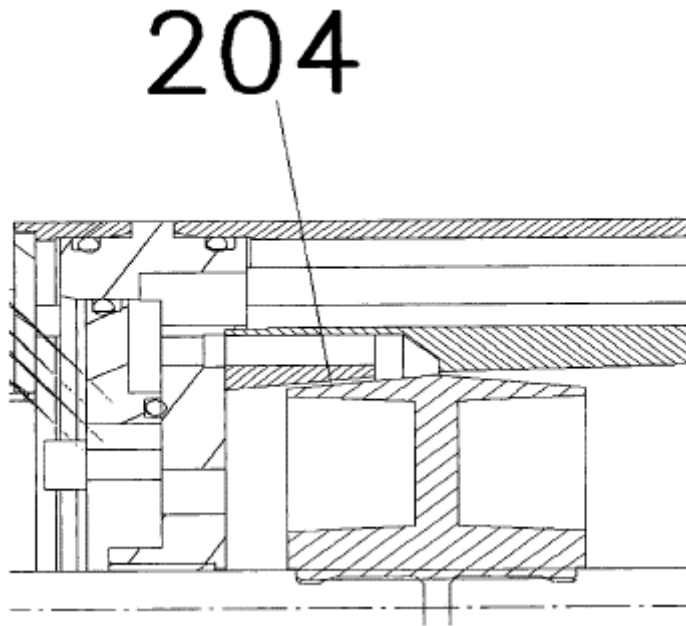


Figura 4B

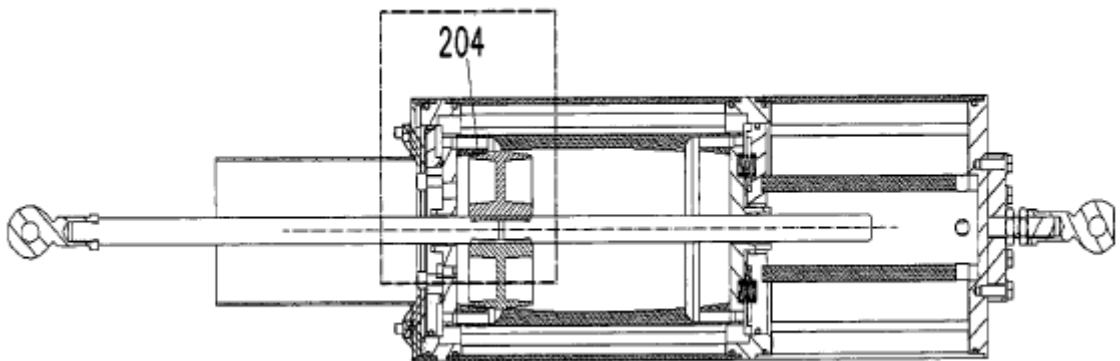


Figura 5

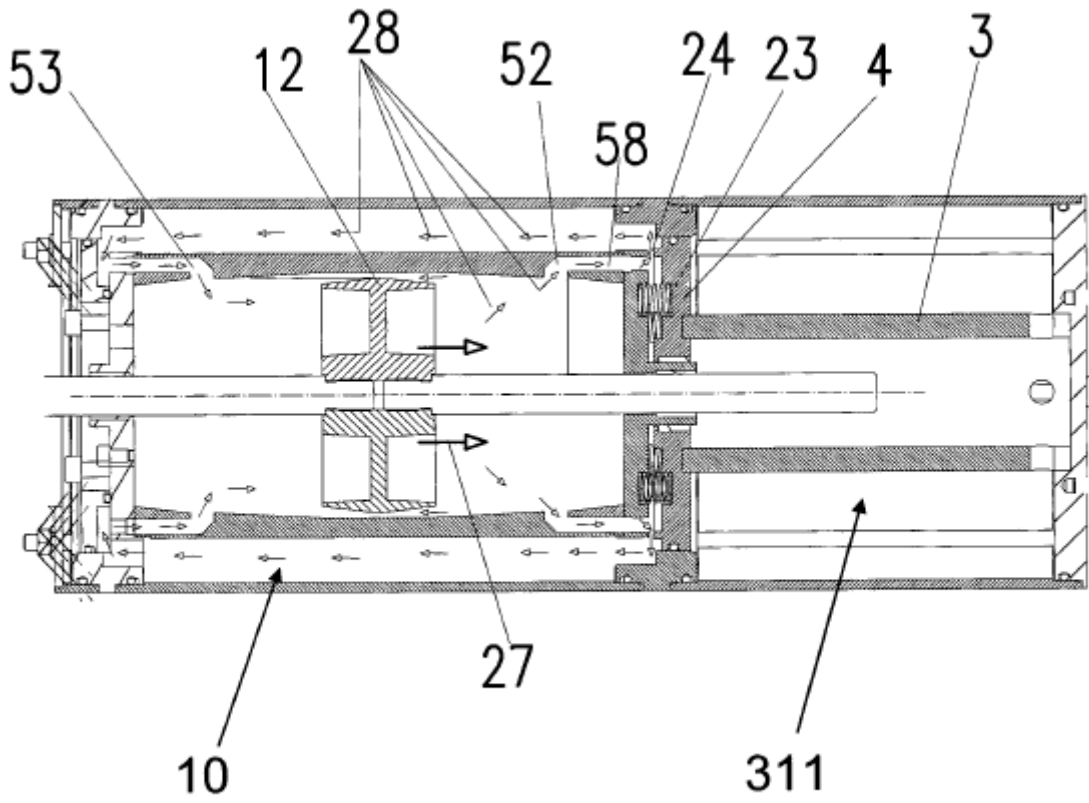


Figura 6

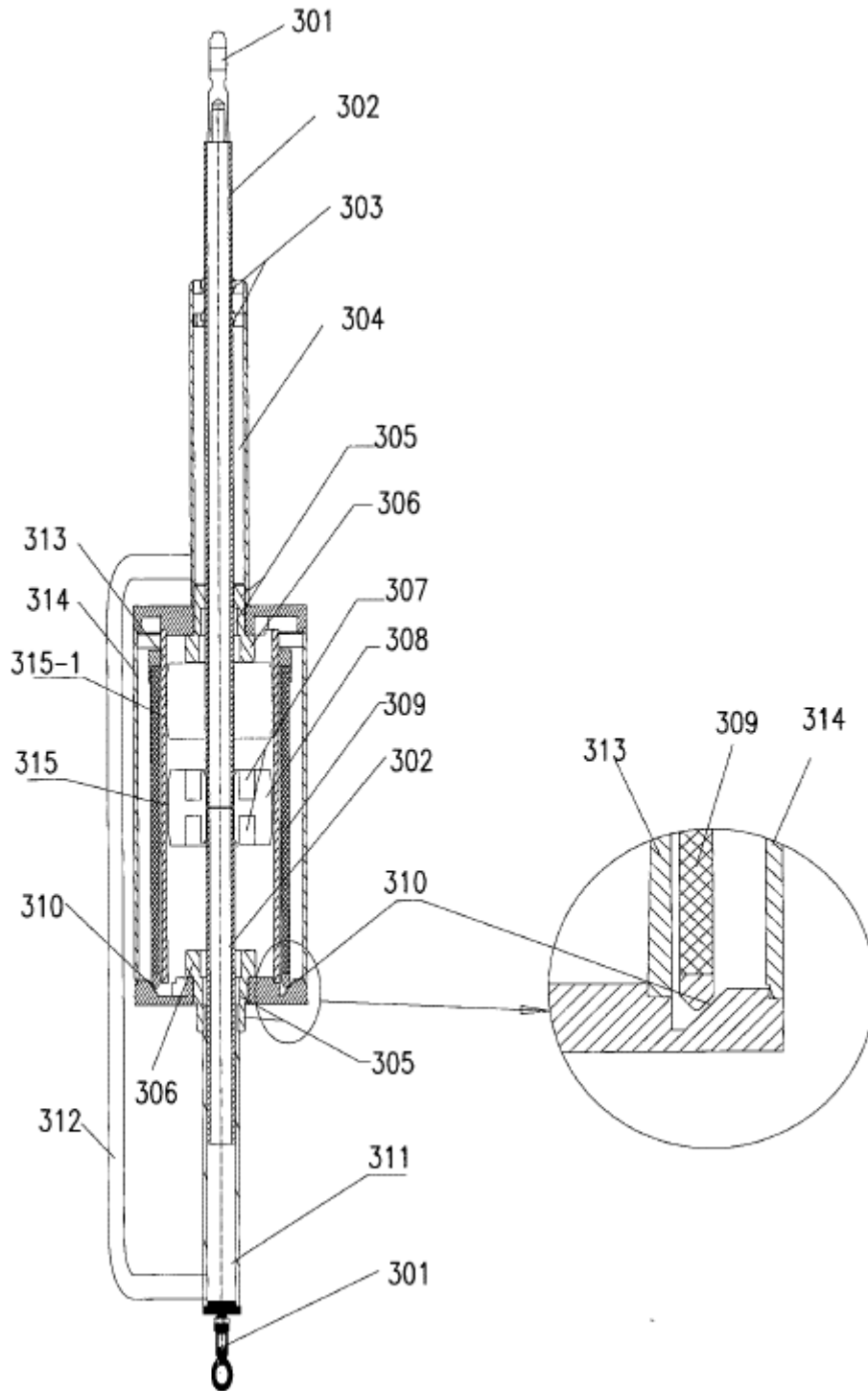


Figura 7

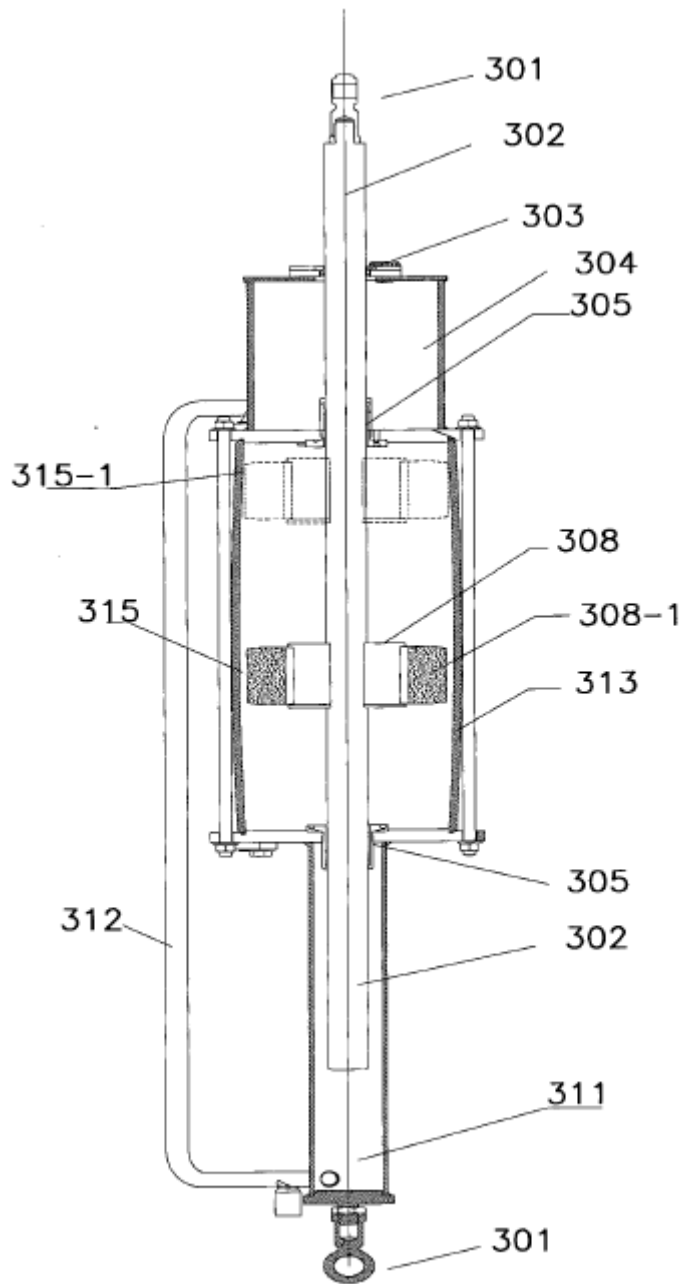
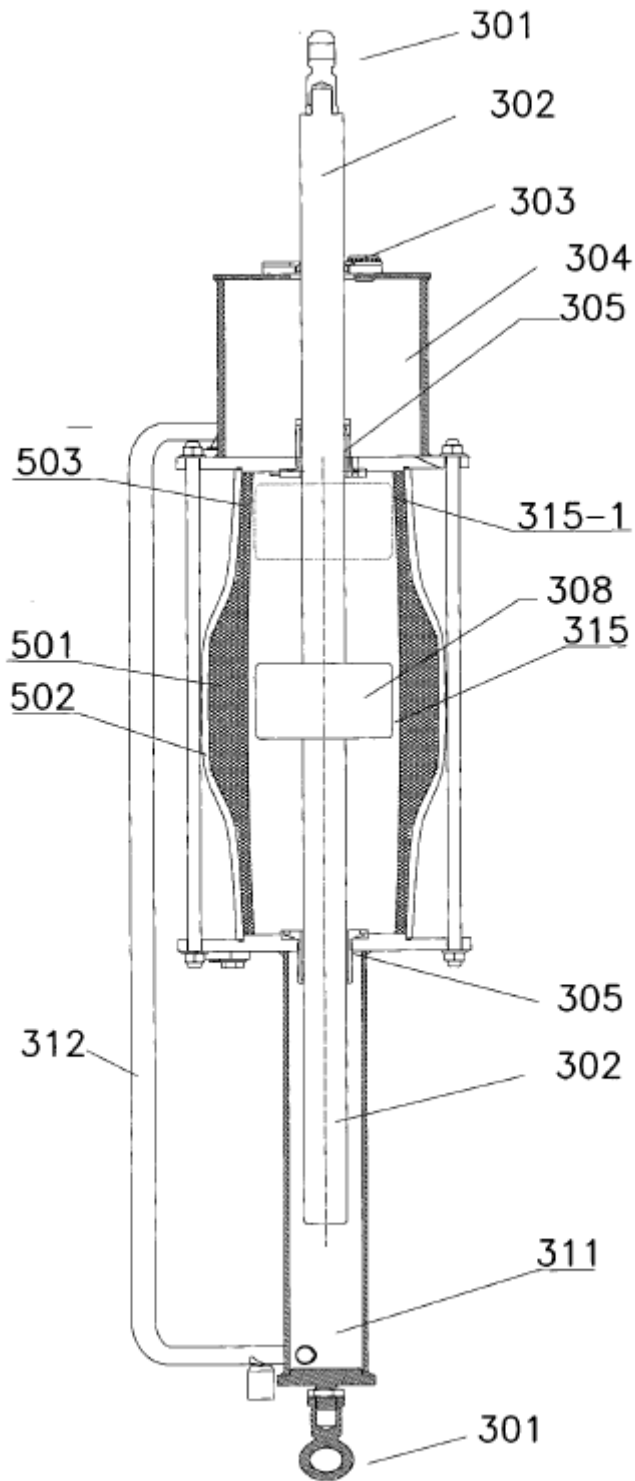


Figura 8



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

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

Literatura no patente citada en la descripción

- EP 1008747 B1 [0010]
- US 2088875 A [0011]
- BE 520847 [0011]