

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 630 395**

51 Int. Cl.:

B04B 1/20 (2006.01)

B04B 3/04 (2006.01)

B04B 9/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.09.2007 PCT/EP2007/059421**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.03.0008 WO08031775**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.09.2007 E 07820074 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.04.2017 EP 2063998**

54 Título: **Centrífuga con un rotor con eje de rotación horizontal**

30 Prioridad:

11.09.2006 DE 102006043265

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

21.08.2017

73 Titular/es:

**GEA MECHANICAL EQUIPMENT GMBH (100.0%)
Werner-Habig-Strasse 1
59302 Oelde, DE**

72 Inventor/es:

**OVERBERG, MARTIN;
DOUDIS, STEFANOS;
TERHOLSEN, STEFAN;
FIGGENER, HELMUT y
BEYER, HANS-JOACHIM**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 630 395 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

Centrífuga con un rotor con eje de rotación horizontal

5 La invención se refiere a una centrífuga de tornillo sin fin de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Se conoce a partir de los documentos EP 0 107 470 B1 y US 4 504 262 apoyar elásticamente los tambores de decantadoras (centrífugas de tornillo sin fin de envolvente completa). En este caso, los muelles están configurados como muelles helicoidales, que están alineados radialmente al eje de giro. Por medio de bulones roscados, que atraviesan los muelles helicoidales, se realiza, respectivamente, una suspensión elástica entre las carcasas de los cojinetes de los tambores y un anillo de apoyo, que está dispuesto concéntricamente a la carcasa de cojinetes y está fijado en el bastidor de la máquina o está conectado con éste. De esta manera, debe ser posible ajustar números de revoluciones de funcionamiento por encima de la frecuencia de resonancia principal del sistema. Constructivamente, entre las carcasas de cojinetes y los anillos de apoyo que los rodean sólo puede existir un juego relativamente reducido.

El documento WO 94/07605 muestra una construcción similar a las etapas mencionadas anteriormente, pero donde sólo un extremo axial de los tambores está apoyado por suspensión.

20 El documento DE 43 15 694 A1 muestra una centrífuga extendida alargada con instalación para la reducción de transmisiones de sonido estructural.

Los documentos DE 26 06 589 A1, DE 31 34 633 A1 y DE 66 09 011 U muestran alojamientos que son adecuados para tambores de estructura más bien corta y no están diseñados para estar apoyados sino en suspensión.

25 Con respecto a los antecedentes tecnológicos se mencionan todavía los documentos DE 26 32 586 A1, US 2.094.058, US 4.640.770 y DE 711 095 C.

30 La invención tiene, frente al este estado de la técnica, el problema de crear un apoyo en suspensión mejorado de los tambores – o bien de todo el rotor con el tambor – para una centrífuga del tipo mencionado al principio. En particular, la idoneidad debe ser adecuada para construcciones extendidas largas, en las que la relación entre la longitud del rotor y el diámetro del rotor es mayor que 2.

35 La invención soluciona este problema por medio del objeto de la reivindicación 1.

Las configuraciones ventajosas se pueden deducir a partir de las reivindicaciones dependientes.

40 Con preferencia, el apoyo se realiza con elementos combinados de resorte / amortiguación o con elementos de resorte y elementos de amortiguación separados de éstos.

A través del objeto de la reivindicación 1, el tambor o bien todo el rotor con el tambor se apoyan en suspensión, sin que en la zona del apoyo en suspensión existan intersticios estrechos entre las partes relativamente móviles entre sí, que hacen que el sistema sea relativamente difícil de dominar.

45 Partiendo de aquí, a diferencia del estado de la técnica, ahora es posible sin problemas accionar los tambores con un número de revoluciones de funcionamiento que está claramente por encima de la frecuencia de resonancia básica (forma propia del rotor) del sistema.

50 De esta manera se crea una centrífuga con eje de giro horizontal, que presenta un alojamiento en suspensión mejorado del rotor, de tal manera que en el funcionamiento resulta un comportamiento optimizado.

55 La invención es adecuada para construcciones extendidas largas, en las que la relación entre la longitud del rotor o bien de los tambores y el diámetro del rotor o bien de los tambores es mayor que 2, con preferencia mayor que 2,5, en particular mayor que 3. En virtud de la longitud se configuran en los rotores muy largos a determinadas frecuencias unas formas propias de flexión o bien líneas de flexión del rotor. Estas frecuencias están, en general, ligeramente por encima de los números de revoluciones de funcionamiento habituales.

60 Las frecuencias propias del rotor, que pueden delimitar el número posible de revoluciones de funcionamiento, se desplazan a través del desacoplamiento de la masa del bastidor o masa del cimiento hacia frecuencias más elevadas. De esta manera es posible elevar claramente el número de revoluciones de funcionamiento.

Puesto que los elementos de resorte, además de las propiedades de resorte, presentan con preferencia también propiedades de amortiguación considerables o puesto que adicionalmente a los elementos de resorte de apoyo, están previstos elementos de amortiguación, resulta la posibilidad de una amortiguación selectiva del sistema de

rotor apto para oscilaciones, lo que ofrece algunas otras ventajas.

5 Así, por ejemplo, la desviación durante el paso de números de revoluciones críticos (números de revoluciones de resonancia o bien frecuencias de resonancia), por ejemplo del sistema de rotor frente al bastidor de la máquina o el cimientamiento durante el arranque o parada de la centrífuga de tornillo sin fin, se limita a valores muy bajos. De esta manera se evita un tope de las partes móviles en las partes estacionarias.

10 A través del diseño de acuerdo con la invención es posible accionar la centrífuga de tornillo sin fin con respecto a las primeras frecuencias naturales del rotor de manera supercrítica con número de revoluciones muy alto, de manera que el número de revoluciones de accionamiento puede estar por encima de la primera frecuencia de resonancia del rotor o bien de las partes del rotor (tambor y tornillo sin fin).

15 Puesto que, además, solamente se recorren trayectos muy cortos, se reducen incluso los intersticios, por ejemplo, entre tambor y retenes frente a las soluciones propuestas hasta ahora para un funcionamiento supercrítico sin o bien con amortiguación reducida.

Puesto que se reducen los intersticios, se simplifica también su estanqueidad.

20 Los elementos de resorte y elementos de amortiguación tienen con preferencia propiedades no constantes, dependientes de la frecuencia, de manera que es posible una reducción al mínimo de los recorridos de desviación, es decir, de los recorridos que se desvía el rotor a frecuencias de resonancia frente al cimientamiento o al bastidor de la máquina.

25 Puesto que los tambores están llenos con líquido, cuando se giran en el funcionamiento, también este líquido de la centrífuga de tornillo sin fin se puede excitar a oscilación, especialmente en el caso de rellenos parciales durante el arranque y la parada.

30 A través de la combinación de resorte y amortiguación se puede conseguir, además, que el rotor no sea excitado desde el exterior a oscilaciones de manera inadmisibles.

Las excitaciones desde el exterior están presentes, en efecto, la mayoría de las veces sólo con una amplitud relativamente pequeña.

35 Pero de forma aleatoria podría excitar exactamente una resonancia del sistema. En un sistema débilmente amortiguado, el rotor pasa entonces a oscilaciones no deseadas.

40 A través del posicionamiento seleccionado de los elementos de resorte directamente en el alojamiento del tambor, se posibilita, además, una amortiguación isótropa en dirección vertical y horizontal, que puede ser influenciada a través de adaptación adecuada del amortiguador también de manera deseada (anisotropía).

45 La amortiguación depende del número de revoluciones y del recorrido y está diseñada de tal forma que con números de revoluciones reducidos durante el paso de las frecuencias naturales del rotor existe ya una amortiguación alta, mientras que con un número de revoluciones de funcionamiento por encima de la frecuencia de resonancia, predomina una amortiguación relativamente reducida. De esta manera, se limitan efectivamente las desviaciones durante el paso de la frecuencia propia.

50 En la resonancia, la amortiguación debería estar en al menos 3 %, se consiguen resultados especialmente buenos con amortiguaciones entre 10 % y 30 %. Por amortiguación se entiende la conversión de la energía de oscilación en otra forma de energía, por ejemplo calor. La conversión de la energía provoca que las amplitudes se reduzcan en la zona de la frecuencia de resonancia. Las indicaciones porcentuales de la amortiguación deben entenderse en el sentido de la medida de amortiguación de Lehr D:

$$D = d / \omega_0$$

con

55

$$d = k / (2m)$$

y

(constante de atenuación de la función-e envolvente)

60

$$\omega_0 = \sqrt{c/m}$$

ω_0 = frecuencia propia del sistema no amortiguado

c = constante de resorte.

En cambio, con el número de revoluciones de funcionamiento, la amortiguación reducida provoca fuerzas dinámicas pequeñas de los cojinetes, lo que hace posible una duración de vida útil larga de los cojinetes. A tal fin, es ventajoso que el sistema esté adaptado de tal forma que se alcanza la frecuencia de resonancia con un número de revoluciones que es menor que 70 % del número de revoluciones de funcionamiento, con preferencia menor que la mitad del número de revoluciones.

De acuerdo con la invención, en resumen, se puede realizar una centrífuga de tornillo sin fin, especialmente con una envolvente completa, con la que se puede realizar un número de revoluciones de funcionamiento especialmente alto.

Como ventaja especial hay que mencionar todavía que según la invención, a pesar de este número de revoluciones de funcionamiento alto, se crea una centrífuga de tornillo sin fin que trabaja relativamente silenciosa, puesto que se reduce la entrada de sonido estructural o bien es especialmente reducido, puesto que desde el sistema giratorio no se realiza ninguna transmisión de sonido estructuras directo no amortiguado a una carcasa o a un bastidor.

También la carcasa de la centrífuga de tornillo sin fin tiene una estructura especialmente compacta, cuando la centrífuga de tornillo sin fin está diseñada de acuerdo con la invención.

A continuación se describe en detalle la invención con referencia al dibujo con la ayuda de ejemplos de realización. En este caso:

La figura 1 muestra una vista lateral de una centrífuga de tornillo sin fin de envolvente completa representada de forma esquemática.

La figura 2 muestra una vista girada alrededor de 90° con relación a la figura 1 de la zona de una instalación de cojinetes de la centrífuga de tornillo sin fin de la figura 1; y

La figura 3 muestra una vista similar a la figura 2 de otra configuración de la zona de un dispositivo de cojinete de una centrífuga de tornillo sin fin de envolvente completa.

La figura 1 muestra una centrífuga de tornillo sin fin de envolvente completa con una carcasa 1, que rodea un tambor giratorio 2 con eje de giro horizontal D.

En el tambor 2 está dispuesto un tornillo sin fin 3 giratorio con un número de revoluciones diferencial con respecto al tambor 2.

Para el accionamiento sirve aquí de forma ejemplar un dispositivo de accionamiento con un engranaje con fases de engranaje 4, 5, de manera que la fase de engranaje 4 es accionada aquí por medio de transmisiones de correa 6, 7 por un primer motor 8 y un segundo motor 9.

El tambor 9 o bien todo el rotor como toda la zona giratoria de la centrífuga de tornillo sin fin de envolvente completa, que presenta al menos el husillo 19, el tambor 2 y el tornillo sin fin 3, está alojado de forma giratoria por medio de instalaciones de cojinetes 10, 11, que están dispuestas en los dos extremos axiales del tambor 2.

De forma ejemplar – y ventajosa - aquí una de las dos instalaciones de cojinete 10 está dispuesta entre las dos fases de engranaje 4, 5 axialmente por encima de uno de los extremos axiales del tambor 2 y la otra instalación de cojinete 11 está dispuesta axialmente fuera del otro extremo axial del tambor 2 alrededor de las secciones (del husillo) 19.

Las instalaciones de cojinete 10, 11 comprenden con preferencia, respectivamente, dos rodamientos o cojinetes de fricción 12, 13 con carcasas de cojinete 14, 15, que están apoyadas por medio de elementos de resorte 17, 18 en un bastidor de la máquina 16.

Es especialmente ventajoso que uno de los cojinetes 12 esté configurado como cojinete de bolas radiales y el otro de los cojinetes 13 esté configurado como cojinete de rodillos cilíndricos, de manera que con el cojinete de rodillos cilíndricos se consigue un apoyo radial y con el cojinete de bolas radiales se consigue un apoyo axial y un apoyo radial.

Pero en virtud de las fuerzas axiales reducidas también es posible emplear, en lugar del cojinete de bolas radiales otro cojinete de rodillos cilíndricos como cojinete fijo, que está equipado con bordes correspondientes.

El rotor está apoyado en sus dos extremos axiales, respectivamente, por medio de dos de los elementos de resorte 17, 18 elásticamente en el bastidor de la máquina 16 o en un cimiento. En este caso, los elementos de resorte actúan para el apoyo de resorte de los tambores 2 en el bastidor de la máquina 16 o cimiento en dirección no radial como elementos de presión.

Los dos elementos de resorte 17, 18 están dispuestos aquí en configuración preferida axialmente – con respecto al eje de giro D – en la zona de las instalaciones de cojinetes 10, 11. Con preferencia, se disponen axialmente incluso en un plano entre los dos cojinetes 12, 13 de cada instalación de cojinetes 10, 11.

5 En este caso, los elementos de resorte 17, 18 de acuerdo con el ejemplo de realización de la figura 2 están configurados como elementos combinados de resorte y de amortiguación, que están alineados verticales con respecto al eje de giro horizontal D (en el sistema de coordenadas de la figura 1 en dirección-X) o están alineados esencialmente verticales (en dirección-Z).

10 Esto se consigue por que – como se deduce a partir de la figura 2 – los elementos de resorte y de amortiguación están dispuestos entre los salientes 20, 21 en las carcasa de cojinetes 14, 15 y el bastidor de la máquina 16. Con preferencia, los dos salientes 20, 21 sobresalen desde la periferia exterior de la carcasa de cojinetes en direcciones opuestas, que se alejan uno del otro. En este caso, según la figura 2, se realiza una alineación horizontal perpendicular al eje de giro y según la figura 3 se realiza un diseño inclinado ligeramente con respecto a la horizontal (Y). Los salientes 20, 21 están dispuestos con preferencia por encima del eje de giro alineado horizontal del tambor. Los elementos de resorte y de amortiguación 17, 18 están dispuestos con referencia lateralmente junto al tambor, de tal manera que su extremo superior se encuentra por encima del eje de giro D del tambor 2 y su extremo inferior se encuentra por debajo del eje de giro del tambor 2 (figura 2). Con preferencia, el centro de los muelles en su dirección axial lateralmente junto a los cojinetes se encuentra a una altura, que corresponde a la altura del centro de los cojinetes.

Tal disposición de los elementos de resorte 17, 18 en alineación vertical o esencialmente vertical es posible por que los elementos de resorte 17, 18 presentan en varias direcciones – en la figura 2 en dirección vertical y en dirección horizontal – una rigidez de resorte.

25 Como complemento, se emplean con preferencia elementos combinados de resorte y de amortiguación 17, 18.

Tales elementos combinados de resorte y de amortiguación se conocen en sí.

30 Se pueden realizar constructivamente, por ejemplo, utilizando como elementos de resorte 17, 18 unos muelles helicoidales diseñados de manera correspondiente, que están dispuestos, respectivamente, en un depósito con preferencia cerrado, que está lleno con líquido viscoso o masa viscosa.

35 A través del posicionamiento de los elementos de resorte 17, 18 en el lateral de la carcasa de cojinetes se posibilita un apoyo en suspensión casi isotropa del rotor en dirección vertical y horizontal.

A través de una adaptación de las tasas de resorte vertical y horizontal de los elementos de resorte se puede influir, además, sobre la relación de las dos tasas de resorte de manera deseada.

40 En la construcción de la figura 1, esto se realiza, por ejemplo, a través de la adaptación de la relación entre la longitud y el diámetro de los muelles helicoidales.

45 Cada muelle helicoidal se carga a presión en dirección vertical. En cambio los movimientos horizontales del rotor conducen a un empuje en el muelle. Es ventajosa una forma de realización, en la que la rigidez de resorte horizontal es aproximadamente de 30 a 100 % de la rigidez de resorte vertical.

A través de la utilización de la rigidez de resorte en todas direcciones (también en dirección axial) es posible utilizar elementos de amortiguación de resorte combinados e instalar estos elementos de manera correspondiente, especialmente paralelos o casi paralelos.

50 En este caso, se prefiere la instalación paralela en dirección vertical de tipo de la figura 2.

55 Pero también es posible alinear los elementos de resorte 17 18, respectivamente, un poco inclinados con respecto a la vertical Z (ángulo α con respecto a la vertical Z).

Tal forma de realización con dos muelles inclinados entre sí hacia arriba, pero que no están alineados radialmente, se muestra en la figura 3. También sería concebible que el ángulo α estuviera alineado opuesto (no representado).

60 En este caso, el ángulo α entre los ejes longitudinales de los elementos de resorte 17, 18 configurados como muelles helicoidales está aquí con relación a la vertical Z, respectivamente, entre 0° y 15°. La alineación vertical implica la ventaja de que los depósitos con la masa viscosa no deben obturarse especialmente, lo que puede ser necesario cuando – como se muestra en la figura 3 – no se selecciona una alineación vertical.

Puesto que los soportes de cojinete están apoyados de forma móvil basculante por los elementos de resorte, los

cojinetes de tambor entre el soporte de cojinete y el tambor deben estar en condiciones de absorber también momentos de basculamiento.

5 Esto se consigue por medio de una disposición de los dos cojinetes 12, 13 con una cierta distancia en el soporte de cojinete. La distancia de los cojinetes 12, 13 está dimensionada con preferencia de tal forma que corresponde al menos a la mitad del diámetro interior del cojinete.

En el caso de un alojamiento ajustado, esto se aplica para la base de apoyo.

10 La invención es adecuada para la realización en disposiciones de cojinetes fijos – cojinetes locos, en alojamientos ajustados, alojamientos flotantes, alojamientos de dos series, rodamientos y cojinetes de fricción de diferente tipo.

Es especialmente ventajosa una disposición de cojinetes fijos – cojinetes locos.

15 La disposición de cojinetes fijos – cojinetes locos permite un montaje relativamente sencillo y no requiere ningún ajuste de la instalación.

20 El accionamiento del tambor 1 se realiza con preferencia por medio de correas directamente sobre el tambor 2 alojado en suspensión. A través de la adaptación adecuada de las rigideces elásticas de los elementos de resorte 17, 18 se consigue que una modificación posible de las fuerzas de los árboles provocadas por la transmisión por correa (por ejemplo, reducción de la fuerza de tensión previa a través de las fuerzas centrífugas en la zona circulante) no conduzca a estados de funcionamiento inadmisibles.

25 Los motores 8, 9 se pueden desacoplar también del bastidor de la máquina. También es concebible, especialmente en versiones de soportes, desacoplar los motores del bastidor de la máquina.

Es especialmente ventajoso que se utilicen varios motores 8, 9, que se disponen en una placa común.

30 El alojamiento de todos los componentes en o bien junto a una carcasa común permite la realización como unidad lista para la instalación, que se suministra verificada completa desde la fábrica.

La instalación por parte del cliente se limita entonces al cableado y conexión de las tuberías.

35 De acuerdo con la figura 1, los elementos de resorte 17, 18 (representados de forma esquemática) están dispuestos separados local / constructivamente de los elementos de amortiguación 22. Los elementos de resorte 17, 18 podrían ser aquí de nuevo muelles helicoidales, en cambio para la amortiguación se podrían emplear amortiguadores hidráulicos o neumáticos, dado el caso de tipo controlable.

Signos de referencia

40	1	Carcasa
	2	Tambor
	D	Eje de giro
	3	Tornillo sin fin
	4, 5	Fases de engranaje
45	6, 7	Trasmisiones por correa
	8, 9	Motor
	10, 11	Instalaciones de cojinete
	12, 13	Rodamientos o cojinetes de fricción
	14, 15	Carcasa de cojinetes
50	16	Bastidor de la máquina
	17 18	Elementos de resorte
	19	Husillo
	20, 21	Salientes
	23	Elementos de amortiguación
55	Z	Vertical
	X	Axial
	Y	Horizontal

REIVINDICACIONES

1.- Centrífuga de tornillo sin fin con un rotor con un tambor (2) con eje de giro horizontal, que presenta lo siguiente:

- 5 a. el tambor (2) con eje de giro horizontal (D),
- b. un tornillo sin fin (3) dispuesto en el tambor, giratorio con relación al tambor giratorio con un número de revoluciones diferente,
- c. en ambos extremos axiales del tambor (2) presenta instalaciones de cojinetes (10, 11) para el alojamiento del tambor (2),
- 10 d. elementos de resorte (17, 18) para el apoyo en suspensión del tambor (2) en un bastidor de la máquina (16) o cimiento,
- e. en el que, respectivamente, dos de los elementos de resorte (17, 18) que apoyan el tambor (2) están dispuestos en los dos extremos axiales del tambor (2),

15 **caracterizada por que**

- f. los elementos de resorte (17, 18) presentan muelles helicoidales, cuyos ejes longitudinales están alineados verticales o esencialmente verticales, es decir, que están alineados en un ángulo de 0 a 15º con respecto a la vertical,
- 20 g. los elementos de resorte (17, 18) para el apoyo en suspensión del tambor (2) en un bastidor de la máquina (16) o cimiento en dirección no radial actúan como elementos de presión, y
- h. la relación entre la longitud del rotor o bien del tambor (2) con respecto al diámetro del rotor o bien del tambor (2) es mayor que 2.

25 2.- Centrífuga de tornillo sin fin de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** la relación entre la longitud del rotor o bien del tambor (2) con respecto al diámetro del rotor o bien del tambor (2) es mayor que 2,5.

3.- Centrífuga de tornillo sin fin de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizada por que** la relación entre la longitud del rotor o bien del tambor (2) con respecto al diámetro del rotor o bien del tambor (2) es mayor que 3.

30 4.- Centrífuga de tornillo sin fin de acuerdo con la reivindicación 1, 2 ó 3, **caracterizada por que** los elementos de resorte (17, 18) están configurados como elementos combinados de resorte y de amortiguación.

35 5.- Centrífuga de tornillo sin fin de acuerdo con la reivindicación 1, 2 ó 3, **caracterizada por que** el apoyo se realiza sobre los elementos de resorte (17, 18) y sobre elementos de amortiguación separados de éstos.

6.- Centrífuga de tornillo sin fin de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** los elementos de resorte (17, 18) presentan en al menos dos direcciones perpendiculares entre sí una alta rigidez elástica.

40 7.- Centrífuga de tornillo sin fin de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la construcción está diseñada de tal forma que cada muelle helicoidal se carga en dirección vertical a presión y en dirección axial, especialmente en dirección horizontal, a empuje.

45 8.- Centrífuga de tornillo sin fin de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** los elementos de resorte (17, 18) presentan en la alineación vertical de sus ejes longitudinales en el estado montado una rigidez elástica horizontal, que es de 30 % a 100 % de la rigidez elástica vertical.

50 9.- Centrífuga de tornillo sin fin de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizada por que** los elementos de resorte (17, 18) en la alineación vertical de sus ejes longitudinales presentan una rigidez elástica horizontal, que es de 50 % a 100 % de la rigidez elástica vertical.

55 10.- Centrífuga de tornillo sin fin de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 1 a 9, **caracterizada por que** además de los elementos de resorte (17', 18'), está previstos unos elementos de amortiguación (22), dispuestos separados espacialmente de éstos, para el apoyo del tambor (2).

60 11.- Centrífuga de tornillo sin fin de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizada por que** la amortiguación de los elementos de amortiguación separados o de los elementos combinados de resorte / amortiguación está diseñada en función del número de revoluciones, de tal manera que con números de revoluciones reducidos, por el accionamiento a través de la forma natural del rotor, se produce un nivel de amortiguación alto, mientras que se proporciona un nivel de amortiguación más bajo a la velocidad de rotación operativa por encima de la frecuencia de resonancia.

12.- Centrífuga de tornillo sin fin de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizada por que** en cada extremo del

tambor (2) están previstos dos de los elementos de resorte (17, 18), que están dispuestos lateralmente junto al tambor (2).

5 13.- Centrífuga de tornillo sin fin de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizada por que** en cada extremo del tambor (2), dos de los elementos de resorte (17, 18) están dispuestos lateralmente junto al tambor (2) entre salientes (20, 21) de la carcasa de cojinete (14, 15) de las instalaciones de cojinete y el bastidor de máquina (16).

10 14.- Centrífuga de tornillo sin fin de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizada por que** los dos salientes (20, 21) se proyectan desde la periferia exterior de la carcasa de cojinete (14, 15) en direcciones opuestas que se alejan una de la otra.

15 15.- Centrífuga de tornillo sin fin de acuerdo con la reivindicación 13 ó 14, **caracterizada por que** los dos salientes (20, 21) están alineados horizontales.

16.- Centrífuga de tornillo sin fin de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 13 ó 14, **caracterizada por que** los dos salientes (20, 21) están alineados inclinados con respecto a la horizontal.

20 17.- Centrífuga de tornillo sin fin de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 13 a 16, **caracterizada por que** los dos salientes (20, 2) están dispuestos por encima del eje de giro del tambor (2).

25 18.- Centrífuga de tornillo sin fin de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** las instalaciones de cojinete (10, 11) presentan, respectivamente, dos cojinetes (12, 13), de manera que los elementos de resorte (17, 18) están dispuestos en un plano perpendicularmente al eje de giro, que se encuentra entre los dos cojinetes (12, 13) o comprende los dos cojinetes (12, 13).

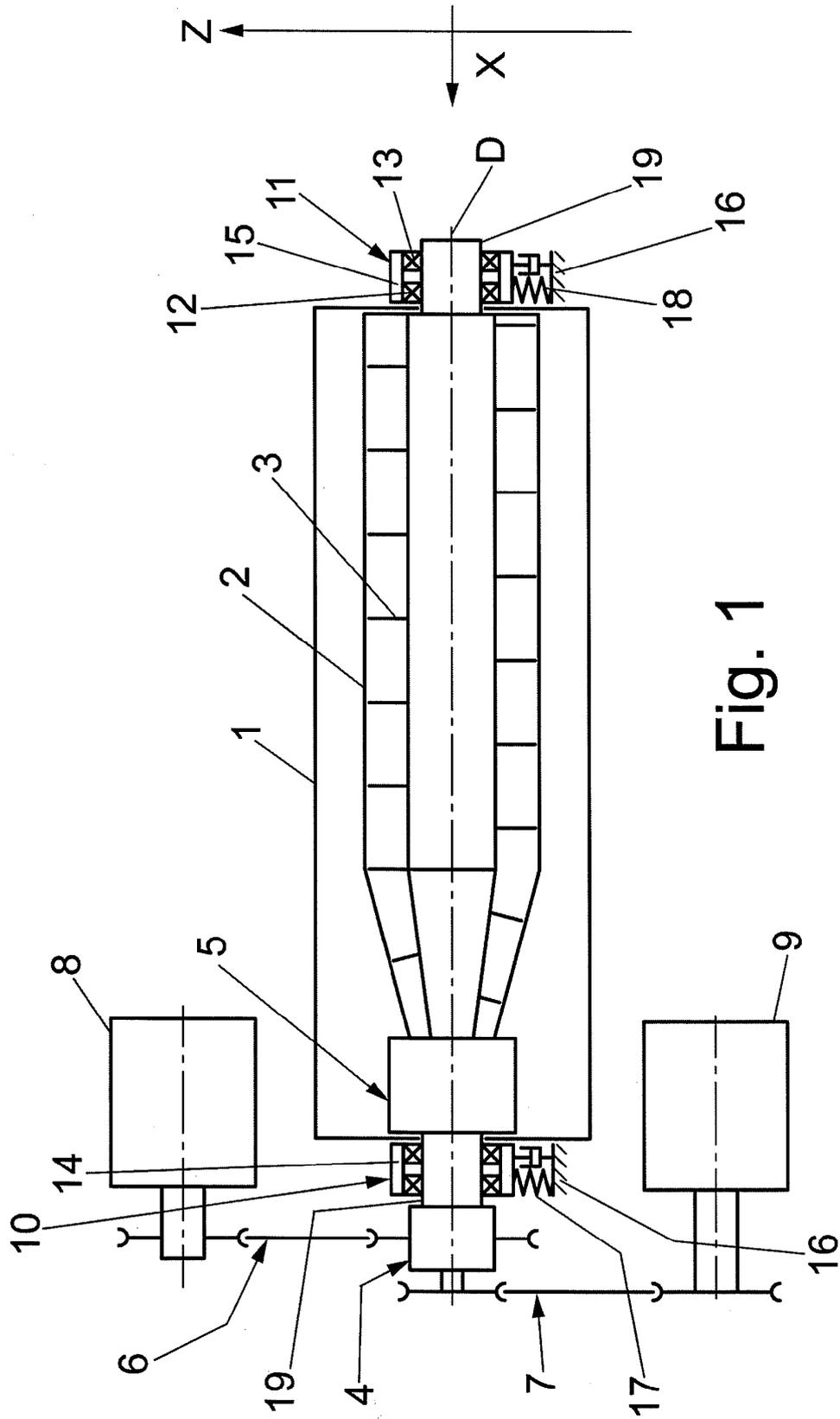
19.- Centrífuga de tornillo sin fin de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el centro de los muelles en su dirección axial lateralmente junto a los cojinetes se encuentra a una altura, que corresponde a la altura del centro de los cojinetes.

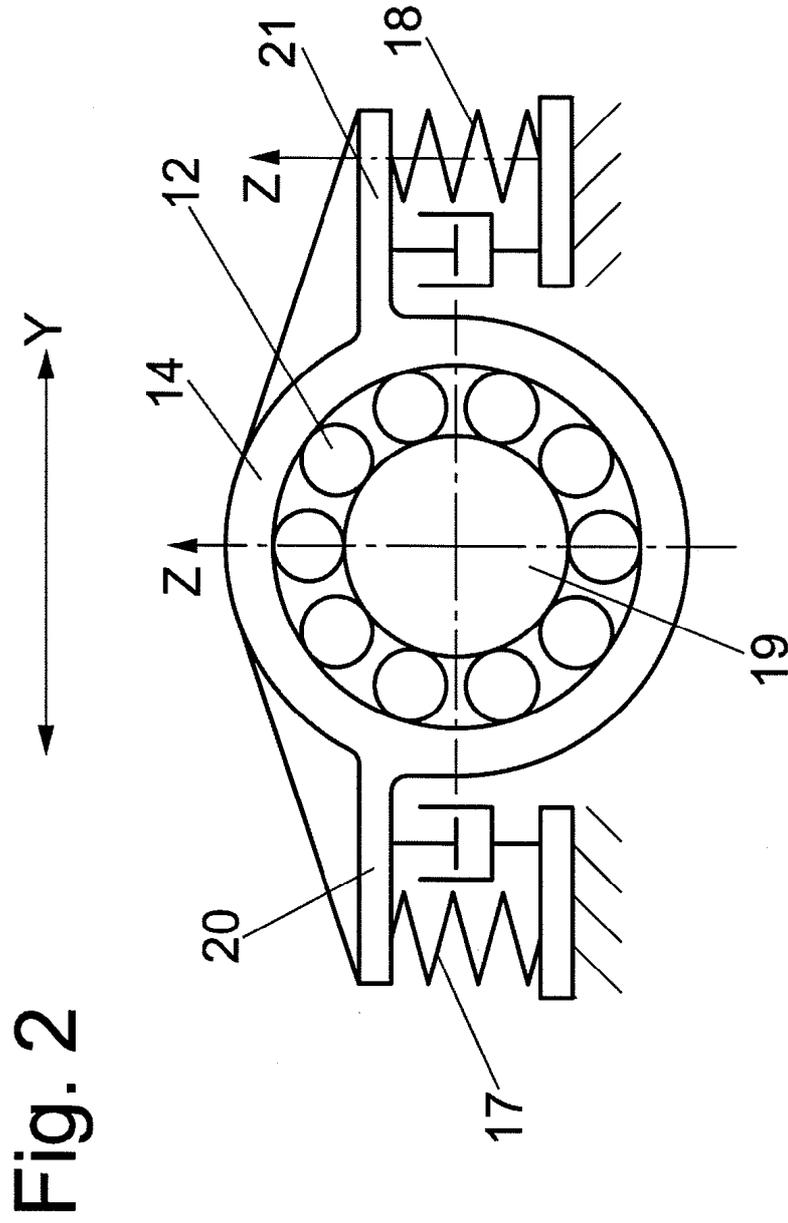
30 20.- Centrífuga de tornillo sin fin de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 18 ó 19, **caracterizada por que** uno de los cojinetes (12, 13) es un cojinete de bolas radiales y el otro cojinete es un cojinete de rodillos cilíndricos y/o en cada una de las carcasas de cojinete (14, 15) están dispuestos dos cojinetes.

35 21.- Centrífuga de tornillo sin fin de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 18 a 20, **caracterizada por que** la distancia de los cojinetes (12, 13) está dimensionada con preferencia de tal forma que corresponde al menos a la mitad del diámetro interior de los cojinetes.

40 22.- Centrífuga de tornillo sin fin de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por** un diseño tal que la amortiguación en la resonancia está en al menos 3 %.

23.- Centrífuga de tornillo sin fin de acuerdo con la reivindicación 22, **caracterizada por que** la amortiguación en la resonancia está entre 10 % y 30 %.





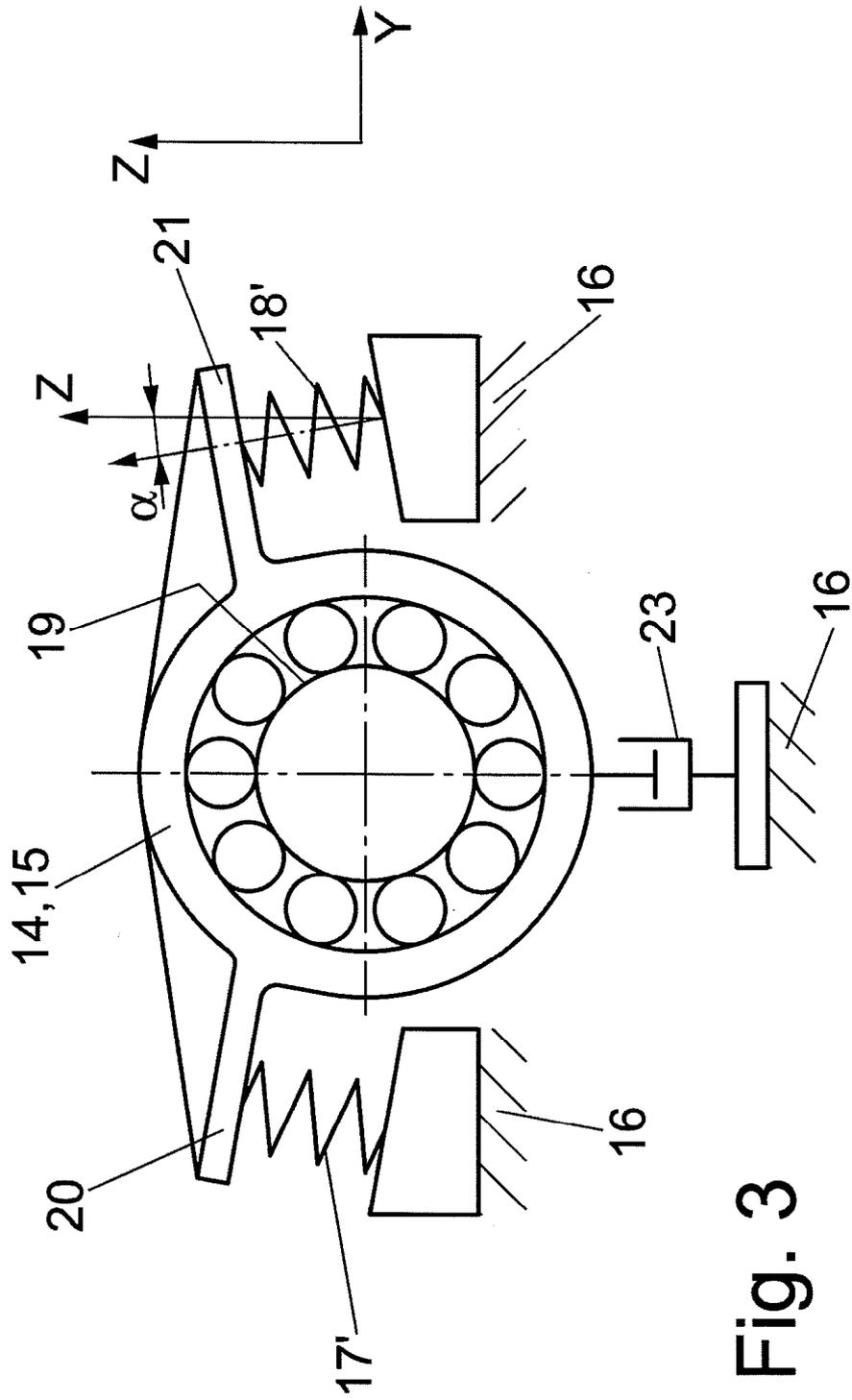


Fig. 3