

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 380 369**

51 Int. Cl.:
G01M 1/04 (2006.01)
G01M 1/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07122946 .2**
96 Fecha de presentación: **11.12.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1936347**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.06.2008**

54 Título: **Dispositivo de apoyo para rotores, particularmente árboles articulados, en una máquina equilibradora**

30 Prioridad:
18.12.2006 DE 102006060200

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.05.2012

73 Titular/es:
**SCHENCK ROTEC GMBH
LANDWEHRSTRASSE 55
64293 DARMSTADT, DE**

72 Inventor/es:
**Rogalla, Martin y
Thelen, Dieter,**

74 Agente/Representante:
Isern Jara, Jorge

ES 2 380 369 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

Dispositivo de apoyo para rotores, particularmente árboles articulados, en una máquina equilibradora.

El invento trata de un apoyo para árboles articulados en una máquina equilibradora con un bastidor para cojinetes y una parte superior de bastidor, que está apoyada, con capacidad de oscilación, en el bastidor para cojinetes mediante varillas elásticas y que presenta un husillo, que está orientado horizontalmente y apoyado en forma rotatoria, con un mandril de sujeción para sujetar un extremo de un árbol articulado, y un motor para el accionamiento rotatorio del husillo.

En un dispositivo conocido por la DE 37 16 210 A1, del tipo mencionado al principio, las varillas elásticas están dispuestas en planos perpendiculares al eje del rotor. El rotor puede oscilar en este caso en un plano perpendicular a las varillas elásticas y realizar en este caso también oscilaciones de cabeceo.

Para el equilibrado, los árboles articulados se fijan usualmente en posición horizontal con sus extremos a dos husillos rotatorios. El desequilibrio se mide a velocidades de rotación comparativamente elevadas, usualmente hasta la velocidad operativa de rotación. Las velocidades de rotación de medición se prefijan y se rigen según las condiciones de instalación ulteriores, porque el estado de desequilibrio de árboles articulados puede modificarse en función de la velocidad de rotación. Una causa para ello son el juego y la fricción en las articulaciones y, dado el caso, en una pieza deslizante y codo del tubo de árbol articulado.

Para equilibrar árboles articulados en forma lo más adaptada posible a las necesidades operacionales, se necesitan máquinas equilibradoras automáticas de árboles articulados, en las cuales las masas, que acompañan la oscilación, y la rigidez del apoyo del husillo de cojinete representen condiciones adaptadas a las necesidades operacionales. Se prescinde en forma consciente de una realización particularmente ligera de las masas que acompañan la oscilación. Por medio de semejante conformación esencialmente isotrópica y dura, debido a la masa, de la parte superior del bastidor para cojinetes se reproducen las características dinámicas del bloque motor y el engranaje diferencial, para cuyo acoplamiento está destinado el árbol articulado, para equilibrar el árbol articulado en forma lo más posible a las necesidades operacionales. El apoyo elástico de la parte superior oscilante del bastidor para cojinetes está por ello dimensionado de tal modo, que la velocidad de rotación para medir el desequilibrio se encuentra por encima de las frecuencias naturales del bastidor para cojinetes, y por consiguiente, puede operarse la máquina en el rango "supercrítico".

El sistema de muelle, que en una máquina equilibradora del tipo indicado y conocida por la US-B-6 694 812 soporta la parte superior de bastidor, la cual tiene capacidad de oscilación, se compone de muelles de lámina. Éstos, sin embargo, pueden retorcerse o abollarse bajo carga. Como resultado de ello se producen frecuencias naturales más elevadas del bastidor para cojinetes, las cuales se encuentran por encima de la velocidad de rotación de medición. El primer modo propio de oscilación de esas frecuencias naturales más elevadas está caracterizado por una oscilación de cabeceo de las partes superiores de bastidor para cojinetes y la frecuencia natural correspondiente se denomina resonancia de inclinación. Si con la velocidad de rotación de equilibrado se llega a la cercanía de esa resonancia de inclinación, el desequilibrio ya no puede registrarse en forma exacta. Más grave aun es que debido al aumento excesivo de resonancia se producen grandes tensiones en la estructura de la máquina. Esto puede causar el fallo de componentes y poner en peligro la máquina, así como a personas. La velocidad posible de rotación para la medición del desequilibrio se limita por ello hacia arriba por la resonancia de inclinación. Ésta puede descender tanto, debido a la masa de la herramienta de sujeción para el árbol articulado en la parte superior del bastidor para cojinetes, así como también debido a la masa del árbol articulado, que la máquina equilibradora ya no pueda operarse con la velocidad de rotación de medición requerida.

Por la EP-A-0 410 331-A2 se conocen diferentes fabricaciones de máquinas equilibradoras dinámicas que usan oscilaciones por torsión. Las máquinas descritas allí con apoyo horizontal del rotor a equilibrar poseen bastidores para cojinetes, en los cuales el apoyo con capacidad de oscilación está apoyado en muelles de lámina o muelles de compresión orientados en forma transversal al eje de rotación. Las resonancias de inclinación que afectan la medición de desequilibrio no pueden evitarse con estas configuraciones de bastidores para cojinetes. Otras fabricaciones de máquinas tienen bastidores para cojinetes con husillo, que está orientado verticalmente y accionado por medio de un motor, que está apoyado en un marco oscilante, apoyado a su vez sobre muelles de lámina o muelles de compresión y que puede oscilar en dirección horizontal. Estas fabricaciones no son apropiadas para el equilibrado de árboles articulados.

Además, por la US-A-4 449 407 se conoce una disposición de apoyo de árbol de accionamiento para máquinas equilibradoras dinámicas para ruedas, la cual presenta una carcasa de cojinete colisa con soportes de cojinete que están dispuestos dentro de ésta a distancia uno con respecto a otro y en los que está apoyado en forma rotatoria un árbol de accionamiento. Cada soporte de cojinete está sujetado mediante una pieza distanciadora a la carcasa de cojinete en forma giratoria en un plano de equilibrado y apoyado a una distancia de la pieza distanciadora sobre la carcasa de cojinete mediante un sensor de fuerza. Una disposición de varillas elásticas paralelas al árbol de accionamiento une los soportes de cojinete unos con otros. Las varillas elásticas están diseñadas de tal modo, que los soportes de cojinete pueden moverse en sus planos de equilibrado y que se inhiben movimientos axiales de los soportes de cojinete de unos con respecto a otros.

El invento tiene por ello el objetivo de crear un apoyo para árboles articulados en una máquina equilibradora del tipo mencionado al principio, para el apoyo, con capacidad de oscilación, de árboles articulados, que posibilite un rango de velocidad de rotación de medición amplio y libre de resonancia. El apoyo para árboles articulados debe tener frecuencias naturales en lo posible pequeñas para los primeros modos propios de oscilación, para poder llevar a cabo mediciones de desequilibrio supercríticas, y presentar frecuencias naturales en lo posible grandes para los modos propios de oscilación más elevados. Además, es objetivo del invento configurar el apoyo elástico de la parte superior de bastidor de tal modo, que posea casi la misma rigidez en las direcciones horizontal y vertical.

Este objetivo se consigue según el invento por medio de los atributos indicados en la reivindicación 1. Configuraciones favorables del invento se indican en las otras reivindicaciones.

Según el invento, la parte superior de bastidor está apoyada, con capacidad de oscilación, en el bastidor para cojinetes únicamente mediante varillas elásticas, estando dispuestos en dos planos paralelos y verticales, que están a iguales distancias del eje de rotación del husillo, en cada caso al menos dos grupos de varillas elásticas distanciados unos de otros, estando presentes las varillas elásticas de los grupos en cada plano en igual cantidad y alineadas paralelas al eje de rotación del husillo, y teniendo las varillas elásticas de los grupos una forma alargada y delgada, de modo que su rigidez en dirección axial es al menos 100 veces, particularmente 300 veces, mayor que su rigidez radial a la flexión. Es particularmente favorable si la rigidez de las varillas elásticas en dirección axial es al menos 500 veces mayor que su rigidez radial a la flexión.

En la configuración según el invento, las varillas elásticas se solicitan a flexión en el caso de un movimiento de la parte superior de bastidor en una dirección radial con respecto al eje de rotación del cojinete de rotor, debiendo proyectarse la rigidez de las varillas de tal modo, que la frecuencia natural inferior de la parte superior de bastidor se encuentre debajo de la velocidad de rotación deseada de medición y por consiguiente pueda realizarse la medición de desequilibrio en el rango supercrítico. En el caso de movimientos de inclinación de la parte superior de bastidor, las varillas elásticas se solicitan, por el contrario, a tracción o compresión, siendo su rigidez mayor al menos en el factor 100 debido a la forma delgada y alargada. Esto tiene como consecuencia que la resonancia de inclinación de la parte superior de bastidor se aumenta a 2,5 a 3 veces la frecuencia natural inferior, de modo que se forma un amplio rango de frecuencias libre de resonancia, el cual puede usarse para mediciones de desequilibrio. La configuración según el invento tiene además, la ventaja de que el apoyo elástico es en gran parte isotrópico y tiene la misma rigidez en todas las direcciones radiales con respecto al eje de rotación del cojinete de rotor. El invento posibilita además, un diseño muy sencillo y económico del dispositivo.

Según otra propuesta del invento puede estar previsto que en dos planos paralelos, que están a iguales distancias del eje de rotación del cojinete de rotor, al menos dos varillas elásticas estén dispuestas en cada caso paralelas al eje de rotación, estando las varillas elásticas de un plano dispuestas simétricas con respecto a las del otro plano. Para aumentar la capacidad portante del apoyo elástico manteniendo las diferencias de rigidez pueden estar previstas, según otra propuesta del invento, en los dos planos paralelos al eje de rotación del cojinete de rotor en cada caso dos grupos de varillas elásticas dispuestos distanciados uno de otro que se componen de varias varillas elásticas paralelas al eje de rotación. Los distintos grupos de varillas elásticas pueden ser en este caso componente de una chapa de una pieza, estando las distintas varillas elásticas formadas por medio de hendiduras paralelas que atraviesan la chapa y unidas unas con otras en sus extremos por medio de secciones de la chapa que no poseen hendiduras. Esta configuración posibilita una fabricación económica y un montaje sencillo de los grupos de varillas elásticas.

La disposición de varillas elásticas según el invento también es relativamente flexible para pares de giro alrededor del eje de rotación del cojinete de rotor. Si esa flexibilidad prueba ser perturbadora, puede según otra propuesta del invento estar previsto un soporte de par de giro que una la parte superior de bastidor con el bastidor para cojinetes y tenga una rigidez reducida en todas las direcciones radiales con respecto al eje de rotación, pero una rigidez elevada en el caso de sollicitación por torsión de la parte superior de bastidor. Preferentemente, ese soporte de par de giro presenta dos primeras varillas elásticas paralelas, que con un extremo están fijadas a la parte superior de bastidor y con el otro extremo a una pieza intermedia rígida a la flexión, así como dos segundas varillas elásticas paralelas que se extienden transversales a la dirección longitudinal de las primeras varillas elásticas y que están fijadas con un extremo a la pieza de unión y con el otro extremo al bastidor para cojinetes. Las primeras y segundas varillas elásticas y la pieza de unión pueden estar recortadas favorablemente de una chapa, en una sola pieza.

Según el invento, puede estar previsto además, que la parte superior de bastidor presente un husillo apoyado en forma rotatoria, con un mandril de sujeción para sujetar un extremo de rotor, y un motor para el accionamiento rotatorio del husillo de cojinete. Esta configuración le otorga a la parte superior de bastidor, con capacidad de oscilación, una mayor masa, por medio de la cual se reproducen las características dinámicas de las condiciones de instalación, para las cuales están destinados los árboles articulados a equilibrar. Como resultado de ello, se logra en la medición de desequilibrio una mayor aproximación a las condiciones de operación ulteriores de los árboles articulados.

El invento se explica detalladamente a continuación en base a ejemplos de fabricación que están representados en el dibujo.

Se muestran en la:

figura 1, una representación esquemática de un apoyo para árboles articulados,

figura 2, un diagrama del desarrollo de la amplitud del desplazamiento de oscilación a lo largo de la velocidad de rotación de una parte superior de bastidor para cojinetes según el invento,

5 figura 3, una vista de un bastidor para cojinetes para una máquina equilibradora de árboles articulados con una parte superior de bastidor apoyada en cuatro grupos de varillas elásticas,

figura 4, un bastidor para cojinetes de una máquina equilibradora de árboles articulados con apoyo adicional de par de giro.

10 El apoyo para árboles articulados mostrado en la figura 1 comprende un bastidor para cojinetes 1 que puede fijarse en forma estable con un pie 2, por ejemplo, sobre una bancada de máquina. Al bastidor para cojinetes 1 están fijadas tres varillas elásticas 3 paralelas distanciadas una de otra que se extienden paralelas al plano de contacto del pie 2 y con ello horizontalmente. Con respecto a un plano intermedio vertical del bastidor para cojinetes 1, las varillas elásticas 3 están dispuestas simétricamente. Las varillas elásticas 3 son de igual longitud. En sus extremos libres está fijada una parte superior de bastidor 4, que en su centro presenta un cojinete de rotor 5 para el apoyo rotatorio de un rotor. El eje de rotación 6 del cojinete de rotor 5 corre paralelo a las varillas elásticas 3 y en el plano intermedio del bastidor para cojinetes 1.

15 En el caso del dispositivo mostrado en la figura 1, una carga en las direcciones X e Y ocasionada, por ejemplo, por el desequilibrio de un rotor que rota apoyado en el cojinete de rotor 5 causa una sollicitación de flexión de las varillas elásticas 3. Dado que el par de resistencia a la flexión de las varillas elásticas 3 es relativamente pequeño debido a la forma delgada y alargada de las mismas, también es relativamente pequeña la rigidez del apoyo; el apoyo es blando y tiene como consecuencia una frecuencia natural pequeña de la parte superior de bastidor 4 para los primeros modos propios de oscilación.

20 En el caso de oscilaciones de cabeceo o inclinación, que están indicadas por la flecha I, las varillas elásticas 3 se sollicitan a tracción y compresión. En esta sollicitación, la rigidez de las varillas elásticas 3 es varias veces mayor y causa un apoyo comparativamente duro de la parte superior de bastidor 4. La dureza de ese apoyo no se determina en este caso únicamente por la rigidez a la tracción y la compresión de las varillas elásticas 3, sino adicionalmente también por su distancia, dado que al aumentar la distancia disminuyen las fuerzas, que resultan de los pares de inclinación inducidos por oscilación, en las varillas elásticas 3. El invento se basa ahora en el conocimiento de que sobre todo por medio de una configuración particularmente delgada de las varillas elásticas y una distancia suficientemente grande entre las varillas elásticas puede aumentarse la rigidez del apoyo de la parte superior de bastidor 4 en la sollicitación por medio de pares de inclinación en comparación con la rigidez del apoyo en dirección radial en una medida de este tipo, que las frecuencias naturales de la parte superior de bastidor 4 son, para los modos propios de oscilación elevados, tres a cuatro veces la frecuencia natural para los primeros modos propios de oscilación, de modo que entre las frecuencias naturales inferiores de los primeros modos propios de oscilación y la resonancia de inclinación inmediatamente superior se produce un rango de velocidad de rotación amplio y libre de resonancia, el cual puede usarse para mediciones de desequilibrio supercríticas.

25 Esto se clarifica en el diagrama mostrado en la figura 2. Aquí está trazado como ordenada, el desarrollo de amplitud A del desplazamiento de oscilación de una parte superior de bastidor de un dispositivo según el invento a lo largo de la velocidad de rotación n. Las oscilaciones de amplitud FNI marcan la frecuencia natural inferior que se presenta a una velocidad de rotación relativamente baja. Sigue luego al aumentar la velocidad de rotación, un amplio rango libre de resonancia RMD, en el que pueden llevarse a cabo mediciones de desequilibrio. Hacia arriba, este rango se limita por la resonancia de inclinación RI que resulta de la frecuencia natural de la parte superior de bastidor para modos propios de oscilación más elevados.

30 La figura 3 muestra un bastidor para cojinetes 10 que es parte de una máquina equilibradora con dos husillos opuestos para el apoyo de árboles articulados. El bastidor para cojinetes 10 tiene una parte superior de bastidor 11, con capacidad de oscilación, en la cual está dispuesto un husillo 12 con un mandril 13 para sujetar un extremo de árbol articulado. Además, está fijado un motor 14 eléctrico a la parte superior de bastidor 11. El motor 14 está dispuesto debajo del husillo 12 y está acoplado al husillo 12 por medio de una transmisión por correa 15.

35 El bastidor para cojinetes 10 tiene una pata 16, que tiene forma de placa, de la cual sobresalen hacia arriba dos brazos de bastidor 17, 17' paralelos. En el espacio intermedio entre los brazos 17, 17' se proyectan hacia dentro la carcasa del husillo 12 y el motor 14. Contiguos a los brazos 17, 17' hay dos brazos 18, 18' que están conformados sobre la parte superior de bastidor 11 y que se extienden desde la carcasa del husillo 12 hasta la cercanía de la pata 16.

40 Para unir en forma elásticamente flexible la parte superior de bastidor 11 con el bastidor para cojinetes 10 están previstos cuatro grupos de varillas elásticas, los cuales en cada caso se componen de varias varillas elásticas 3 paralelas. Los grupos de varillas elásticas 19, 19' constructivamente idénticos entre sí están dispuestos en dos planos verticales y paralelos al eje del husillo y fijados a las superficies externas, que se encuentran en los planos,

de los brazos 17, 18, respectivamente 17', 18', contiguos de tal modo, que las varillas elásticas 3 se extienden en dirección horizontal paralelas al eje del husillo 12. Dos grupos de varillas elásticas 19 unen los extremos superiores de los brazos 17, 17' con los brazos 18, 18'. Los otros dos grupos de varillas elásticas 19' unen los extremos inferiores de los brazos 18, 18' con los brazos 17, 17'.

5 Los grupos de varillas elásticas 19, 19' se componen preferentemente de una chapa rectangular de acero para muelles, la cual está dividida, por medio de varias hendiduras longitudinales y paralelas, en varillas elásticas 3 individuales que están unidas unas con otras en los extremos por medio de secciones de borde de la chapa. Cada una de las varillas elásticas 3 de los grupos de varillas elásticas 19, 19' tiene una forma delgada y alargada con una relación de diámetro d con respecto a la longitud l de aproximadamente 1:15. Desde aquí se calcula una relación de rigidez radial a la flexión C_r de las varillas elásticas con respecto a la rigidez axial C_a en el caso de sollicitación por tracción y compresión de 1:300. La relación de rigidez C_r/C_a está definida únicamente por la forma de cada una de las varillas elásticas y es independiente del número de varillas elásticas. Por medio de la elección de la cantidad de varillas elásticas 3 de los grupos de varillas elásticas 19, 19' es posible ajustar el apoyo de la parte superior de bastidor 11 a las sollicitaciones a recibir, sin que por ello se modifique la relación de rigidez C_r/C_a definida por la forma de las varillas elásticas.

Debido a la rigidez 300 veces mayor, en el ejemplo de fabricación descrito, en dirección axial de los grupos de varillas elásticas 19, 19' y debido a la distancia que tienen los grupos de varillas elásticas 19, 19' unos de otros en las direcciones horizontal y vertical se logra un apoyo muy rígido de la parte superior de bastidor 11 contra oscilaciones de cabeceo o de inclinación, con simultáneamente gran flexibilidad de la parte superior de bastidor 11 en las direcciones vertical y horizontal. Esto posibilita una baja frecuencia natural inferior de la parte superior de bastidor y una gran distancia de frecuencia con respecto a la resonancia de inclinación y las frecuencias naturales superiores.

La rigidez de los grupos de varillas elásticas 19, 19' también es relativamente pequeña en el caso de sollicitación por medio de pares de giro alrededor del eje del husillo 12. Si se desea inhibir ampliamente torsiones de la parte superior de bastidor, ello se puede lograr con un muelle de par de giro. Un modelo de fabricación de un soporte de par de giro de este tipo se muestra en la figura 4.

En la figura 4, el dispositivo mostrado en la figura 3 está fijado con su bastidor para cojinetes 10 sobre un zócalo 20 con forma de paralelepípedo. El zócalo 20 está unido además, a la parte superior de bastidor 11 por medio de un soporte de par de giro 21. El soporte de par de giro 21 se compone de una pieza intermedia 22 que es rígida a la flexión y que tiene dos brazos 23, 24 dispuestos en ángulo recto uno con respecto a otro. Del brazo 23 orientado verticalmente se extienden en dirección horizontal dos varillas elásticas 25 paralelas dispuestas distanciadas una de otra. Los extremos de las varillas elásticas 25 están fijados al zócalo 20 con ayuda de una nervadura 26 que las une. A causa de ello, la pieza intermedia 22 está sujeta rígida a la torsión, pero móvil verticalmente, sobre el zócalo 20. El otro brazo 24 horizontal está unido a los brazos 18 y 18' de la parte superior de bastidor 11 por medio de dos varillas elásticas 27 paralelas y dispuestas distanciadas una de otra, y están orientadas verticalmente. Las varillas elásticas 27 posibilitan un movimiento relativo horizontal entre la parte superior de bastidor 11 y la pieza intermedia 22.

Debido a la configuración descrita del soporte de par de giro 21, la flexibilidad elástica de la parte superior de bastidor en las direcciones horizontal y vertical se mantiene sin restricciones. La resistencia elástica adicional de las varillas elásticas 25 y 27 puede tenerse en cuenta en el proyecto de los grupos de varillas elásticas 19, 19'. Sin embargo, los pares de giro que actúan sobre la parte superior de bastidor 11 causan una sollicitación de tracción o de compresión sobre las varillas elásticas 25, 27. En el caso de dicha sollicitación, las varillas elásticas 25, 27 son muy rígidas, de modo que la parte superior de bastidor 11 no puede realizar movimientos de rotación apreciables alrededor del eje del husillo.

45

REIVINDICACIONES

- 5 1. Apoyo para árboles articulados para una máquina equilibradora con un bastidor para cojinetes (10) y una parte superior de bastidor (11), que está apoyada, con capacidad de oscilación, en el bastidor para cojinetes (10) y que presenta un husillo (12), que está apoyado en forma rotatoria y orientado horizontalmente, con un mandril de sujeción (13) para sujetar un extremo de árbol articulado, y un motor (14) para el accionamiento rotatorio del husillo (12), caracterizado porque la parte superior de bastidor (11) está apoyada con capacidad de oscilación en el bastidor para cojinetes, únicamente mediante varillas elásticas (3, 25, 27), en donde en dos planos paralelos y verticales, que tienen la misma distancia respecto al eje de rotación del husillo (12), están dispuestos distanciados unos de otros respectivamente, al menos dos grupos (19, 19') de varillas elásticas (3), estando presentes las varillas elásticas (3) de los grupos (19, 19') en cada plano en igual cantidad y alineadas paralelas al eje de rotación (6) del husillo (12), y teniendo las varillas elásticas (3) de los grupos (19, 19') una forma alargada y delgada, de tal modo que su rigidez en dirección axial es al menos 100 veces mayor que su rigidez radial a la flexión.
- 10 2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque la rigidez de las varillas elásticas (3) de los grupos (19, 19') es al menos 300 veces mayor en dirección axial que su rigidez radial a la flexión.
- 15 3. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque los distintos grupos (19, 19') de varillas elásticas (3) son parte de una chapa monopieza, estando formadas las varillas elásticas (3) individuales por medio de hendiduras paralelas, que atraviesan la chapa, y unidas en sus extremos unas con otras por medio de secciones de la chapa que no presentan hendiduras.
- 20 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque está previsto un soporte de par de giro (21) de varillas elásticas (25, 27) que une la parte superior de bastidor (11) con el bastidor para cojinetes (10), y porque el soporte de par de giro (21) tiene una rigidez baja en dirección radial con respecto al eje de rotación y sin embargo una rigidez elevada en el caso de sollicitación por torsión de la parte superior de bastidor (11).
- 25 5. Dispositivo según la reivindicación precedente, caracterizado porque el soporte de par de giro (21) presenta dos primeras varillas elásticas (27) paralelas, que con un extremo están fijadas a la parte superior de bastidor (11) y con el otro extremo a una pieza intermedia (22) rígida a la flexión, así como dos segundas varillas elásticas (25) paralelas que se extienden transversales a la dirección longitudinal de las primeras varillas elásticas (27) y están fijadas con un extremo a la pieza intermedia (22) y con el otro extremo al bastidor para cojinetes (10).
- 30 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque las primeras y segundas varillas elásticas (27, 25) y la pieza intermedia (22) están recortadas en una pieza a partir de una chapa.

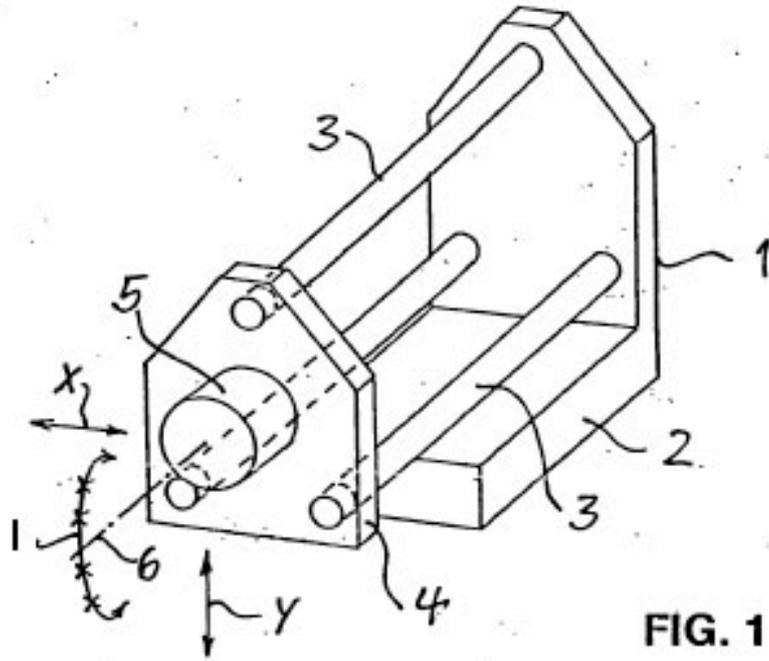


FIG. 1

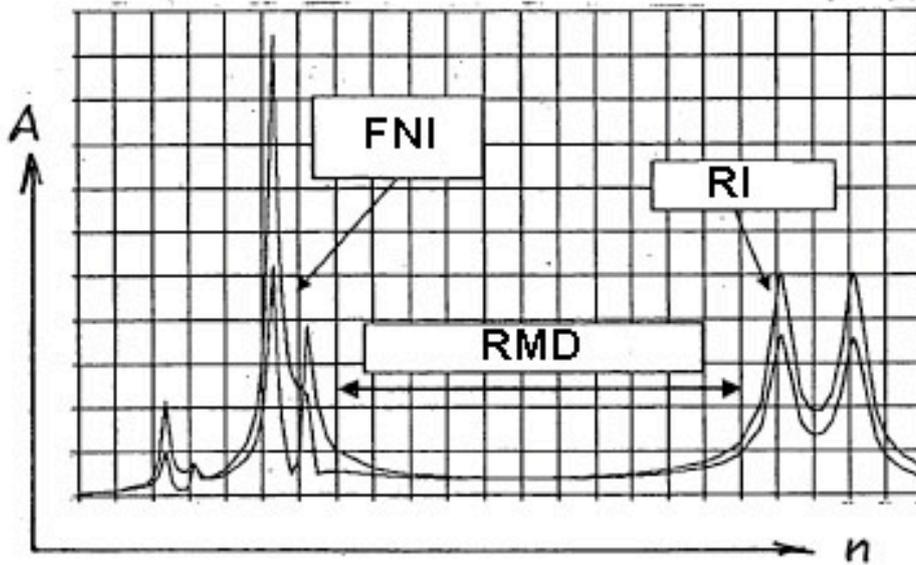


FIG. 2

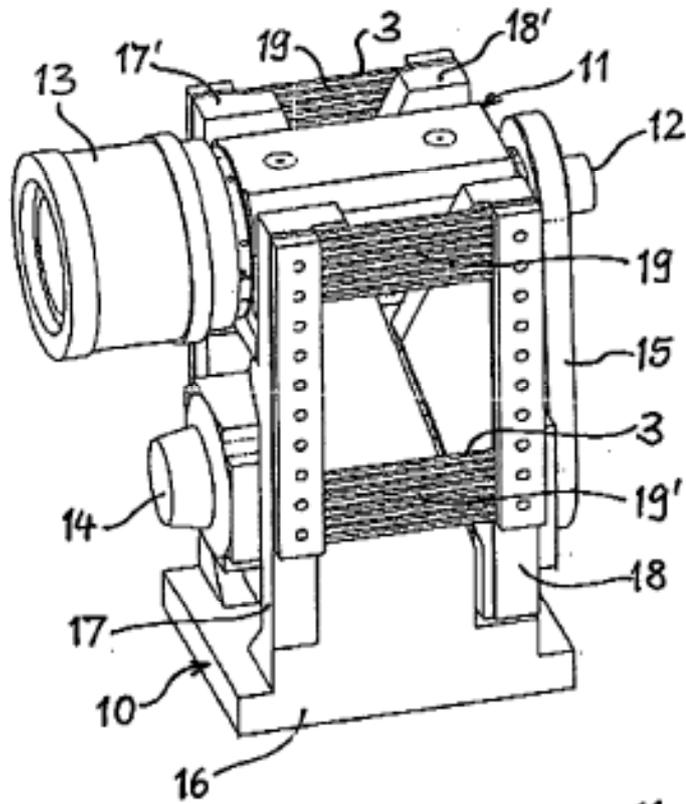


FIG. 3

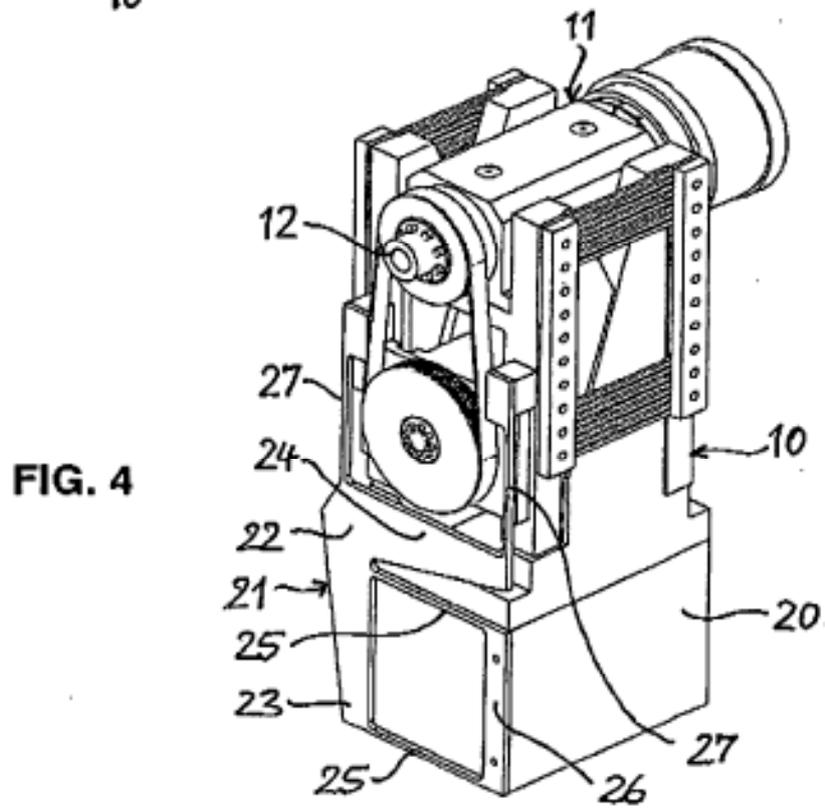


FIG. 4