

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 429 241**

21 Número de solicitud: 201230587

51 Int. Cl.:

F16C 32/06 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

20.04.2012

43 Fecha de publicación de la solicitud:

13.11.2013

88 Fecha de publicación diferida del informe sobre el estado de la técnica:

14.03.2014

Fecha de la concesión:

16.12.2014

45 Fecha de publicación de la concesión:

23.12.2014

73 Titular/es:

**UNIVERSIDADE DA CORUÑA (100.0%)
A Maestranza, s/n
15071 A Coruña (A Coruña) ES**

72 Inventor/es:

**FERREIRO GARCIA, Ramón;
CARBIA CARRIL, José;
DE MIGUEL CATOIRA, Alberto y
ROMERO GOMEZ, Javier**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

54 Título: **COJINETE DE LEVITACION FLUIDICA.**

57 Resumen:

El cojinete de levitación fluidica por repulsión inversa objeto de la invención sustenta radial y/o axialmente rotores mediante levitación fluidica conseguida por repulsión inversa hidrostática, o tracción mecánica hidrostática. El estator está dotado en las zonas de sustentación radial y axial del rotor de huecos o cámaras rellenas con un fluido a presión (normalmente aceite) que es inyectado a través de orificios restrictores de fluido que capacita al rotor para sustentarse en una posición auto-levitante y evitar el contacto entre el estator y el rotor, de modo que al separarse el rotor del estator aumenta la fuga de fluido contribuyendo a la disminución de presión del fluido y a la aproximación del rotor al estator, con lo que se estabiliza en una posición auto-levitante de equilibrio.

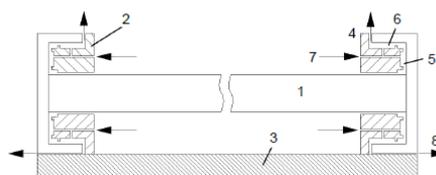


Fig. 3b

ES 2 429 241 B1

DESCRIPCIÓN

Cojinete de levitación fluidica.

OBJETO DE LA INVENCION

5 El objeto de la invención es la sustentación radial y axial de rotores de máquinas rotativas (tanto ejes verticales como horizontales), mediante levitación fluidica conseguida por repulsión inversa fluidica incluyendo la hidrostática. Consiste en someter un rotor a fuerzas de sustentación por tracción mecánica fluidica o hidrostática auto-compensada en lugar de a compresión. Con esta invención se consiguen características mecánicas (rigidez y amortiguamiento) muy superiores a las que poseen los cojinetes hidrostáticos convencionales sustentados por repulsión directa.

10 **SECTOR DE LA TÉCNICA**

La invención pertenece al sector industrial de la sustentación mecánica de máquinas rotativas, tales como turbinas, bombas, compresores y máquinas herramientas. En particular, la invención se refiere a un cojinete del tipo de levitación fluidica por repulsión inversa donde las fuerzas sustentadoras actúan en sentido desde el interior hacia el exterior del rotor de forma radial y/o axial.

15 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

El término hidrostático se refiere a que los cojinetes soportados por un fluido (sin contacto rotor-estator) se denominan hidrostáticos, en tanto que los cojinetes de fricción se denominan hidrodinámicos.

20 El objetivo de la sustentación hidrostática asociado con la lubricación hidrostática es formar una película de lubricante entre los elementos de fricción para evitar el desgaste y los movimientos bruscos durante los impactos (stick-slip). Para ello se someten las superficies de posible contacto mecánico e inherente fricción a una presión hidrostática de un fluido como aceite o gas mediante bombeo a presión. Con ello, los elementos de potencial fricción permanecen separados incluso cuando la máquina permanece inmóvil. Tradicionalmente gozan de ventajas frente a los cojinetes hidrodinámicos; tienen un alto grado de estabilidad y amortiguación, ciclo de vida muy largo, ausencia total del efecto producido por los impactos mecánicos (stick-slip), eliminación del desgaste de la superficie de deslizamiento, gran de estabilidad térmica, alta seguridad en los impactos y precisión de posicionamiento absoluta.

25 Existe una amplia gama de cojinetes hidrostáticos desde hace varias décadas en los que las fuerzas hidrostáticas responsables de la sustentación del rotor operan a compresión, es decir operan actuando en sentido orientado desde el exterior hacia el interior del rotor, tanto radial como axialmente.

30 Se muestra en las figuras 1(a), 2(a), 3(a) y 4(a) ejemplos de cojinetes conocidos. En estos cojinetes se trata de posicionar el eje o rotor en su centro de presión, que normalmente puede coincidir con el centro de simetría. Esta técnica presenta el inconveniente de contribuir a la desestabilización del rotor debido a la existencia de fuerzas axiales asociadas con componentes radiales dinámicas, así como fuerzas radiales asociadas con componentes axiales dinámicas. Como consecuencia de ello, ante el movimiento de rotación del rotor asociado al inherente desequilibrio dinámico, da lugar a la consecuente vibración del rotor.

35 En el estado actual de la técnica relacionada con los cojinetes hidrostáticos solamente se conocen aquellos en los que la presión hidrostática actúa por compresión, es decir desde el exterior hacia el interior del rotor, sometiendo el rotor a esfuerzos de compresión. En cambio, no se conocen cojinetes de sustentación por levitación fluidica que trabajen a tracción o repulsión inversa.

DESCRIPCION DE LA INVENCION

40 La invención se refiere a un cojinete de levitación fluidica que incluye un rotor y un estator y una pluralidad de cámaras alojadas entre el rotor y el estator, disponiendo dichas cámaras de al menos un canal de suministro fluido y estando configuradas para ejercer una fuerza de tracción en el rotor cuando existe un fluido a presión en su interior.

El cojinete objeto de la invención puede incluir un canal de retorno para evacuar el fluido sobrante. Dicho canal de retorno se puede formar entre el rotor y el estator, al menos parcialmente.

45 El cojinete puede incluir un conjunto de cámaras para ejercer una fuerza de tracción axial y/o radial en el rotor. El fluido empleado puede ser líquido, por ejemplo aceite, o bien gas como aire.

DESCRIPCION DE LAS FIGURAS

50 Para iniciar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una clara comprensión de las características de la invención, se acompaña a la presente memoria descriptiva, como parte integral de la misma, un juego de figuras en el que, con carácter ilustrativo y no limitativo, se representa lo siguiente:

Figura 1(a). Estructura conocida de un cojinete hidrostático axial de repulsión directa cuyo rotor trabaja a compresión.

Figura 1(b). Estructura según la invención de un cojinete hidrostático axial de repulsión inversa cuyo rotor trabaja a tracción.

Figura 2(a). Estructura conocida de un cojinete hidrostático radial de repulsión directa cuyo rotor trabaja a compresión.

5 Figura 2(b). Estructura según la invención de un cojinete hidrostático radial de repulsión inversa cuyo rotor trabaja a tracción.

Figura 3(a). Estructura conocida de un cojinete hidrostático axial y de repulsión directa cuyo rotor trabaja a compresión.

10 Figura 3(b). Estructura según la invención de un cojinete hidrostático axial y radial de repulsión inversa cuyo rotor trabaja a tracción.

Figura 4(a). Estructura conocida de un cojinete hidrostático radial-axial de repulsión directa cuyo rotor trabaja a compresión.

Figura 4(b). Estructura según la invención de un cojinete hidrostático radial-axial de repulsión inversa cuyo rotor trabaja a tracción.

15 **DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERENTE**

Varios ejemplos de cojinetes de levitación fluidica por repulsión inversa cuyo funcionamiento se hace de acuerdo con la presente invención se ilustran en las figuras 1(b), 2(b), 3(b) y 4(b). Estos cojinetes presentan características mecánicas (rigidez y amortiguamiento) muy superiores a las que ostentan los cojinetes hidrostáticos tradicionales descritos a su vez en las figuras 1(a), 2(a), 3(a) y 4(a). Esto es debido a que las fuerzas fluidicas sustentadoras del rotor (1) operan ejerciendo tracción mecánica provocada por repulsión inversa, es decir las fuerzas sustentadoras actúan en sentido desde el interior hacia el exterior del rotor tanto radial como axialmente, tratando de posicionar el rotor en su centro de fuerzas de tracción.

Esta técnica presenta la ventaja de contribuir a la estabilización del rotor (1) debido a que las fuerzas axiales dinámicas asociadas con componentes radiales y las fuerzas radiales dinámicas asociadas con componentes axiales solicitan al rotor desde su centro de presión hacia el exterior en las direcciones radial y axial provocando un incremento natural de rigidez mecánica.

Los cojinetes de levitación fluidica por repulsión inversa objeto de la invención realizan la sustentación radial y/o axial de rotores de máquinas rotativas mediante levitación fluidica conseguida por repulsión inversa o tracción mecánica del rotor, tanto hidrostática como neumo-estática, dependiendo de si el fluido de trabajo es líquido o gaseoso, donde las fuerzas generadas por el fluido presurizado, sustentan el rotor en una posición de equilibrio auto-levitante, solicitando el rotor desde su centro de tracción hacia el exterior en sentido radial y/o axial, o lo que es igual, desde su centro de tracción hacia sus extremos y/o su periferia.

El estátor (2) o carcasa está dotada de unas cámaras o huecos de sustentación (5), (6) o (11) ubicadas en las zonas de sustentación radial y axial del rotor. Los citados huecos o cámaras de sustentación (5), (6) o (11) contienen el fluido de sustentación a presión variable capaces de sustentar el rotor (1) sin contacto físico con el estátor (2). Aclarar que la presión es variable en las cámaras de sustentación debido a las fugas de fluido por los huelgos de sustentación, pero es constante entre la bomba o compresor y los orificios restrictores.

El fluido de sustentación (líquido o gas según el modelo) es inyectado a alta presión a través de orificios restrictores (4) de fluido. Dicho fluido se introduce a presión mediante una bomba en el caso de un fluido líquido o mediante un compresor para un fluido neumático (no mostrados en las figuras) como el aire consiguiendo un efecto auto-levitante del rotor respecto al estátor o carcasa que evita el contacto entre el estátor (2) o carcasa y el rotor (1), de forma que en su modo normal de operación, al separarse el rotor (1) del estátor (2) aumenta la distancia entre ambos y en consecuencia aumenta la fuga de fluido de sustentación, contribuyendo a la disminución de presión de fluido dentro de la cámara de sustentación, así como a la aproximación del rotor (1) al estátor (2) o carcasa.

45 Por el contrario, si se aproxima el rotor al estátor, disminuye la distancia entre ambos y a consecuencia de ello disminuye la fuga de fluido contribuyendo al incremento de presión del fluido dentro de la cámara o hueco, y a la separación del rotor respecto al estátor, con lo que el rotor se estabiliza en una posición auto-levitante de equilibrio.

Basándose en la descripción dada, se proponen las siguientes cuatro opciones de soporte fluidico por repulsión inversa:

- 50 i) Soporte fluidico axial por repulsión inversa según se muestra en la figura 1(b).
- ii) Soporte fluidico radial por repulsión inversa según se muestra en la figura 2(b).
- iii) Soporte fluidico radial y axial por repulsión inversa según se muestra en la figura 3(b).
- iv) Soporte fluidico radial-axial por repulsión inversa según se muestra en la figura 4(b).

5 En la figura 1(b) se muestra la estructura del cojinete hidrostático axial de repulsión inversa cuyo rotor trabaja a tracción axial. El fluido de trabajo presurizado es introducido por la línea de alimentación de fluido (7) dentro del hueco (6) o cámara de sustentación axial a través del orificio restrictor de fluido (4) en ambos extremos del rotor realizando una fuerza de tracción entre ambos, contribuyendo a la sustentación axial del rotor. El fluido fugado de la cámara o hueco (6) es evacuado por el canal o línea de retorno de fluido (8).

10 En la figura 2(b) se muestra la estructura del cojinete hidrostático radial de repulsión inversa cuyo rotor trabaja a tracción radial. El fluido de trabajo presurizado es introducido por la línea o canal de alimentación de fluido (7) dentro del hueco (5) o cámara de sustentación radial a través del orificio restrictor de fluido (4) en ambos extremos del rotor, realizando una fuerza de tracción radial del rotor y contribuyendo a la sustentación radial del mismo. El fluido fugado de la cámara o hueco (5) es evacuado por el canal o línea de retorno de fluido (8).

15 En la figura 3(b) se muestra la estructura del cojinete hidrostático radial y axial de repulsión inversa cuyo rotor trabaja a tracción radial y axial simultáneamente. El fluido de trabajo presurizado es introducido por la línea de alimentación de fluido (7) dentro de los huecos (5) y (6) o cámaras de sustentación radial y axial respectivamente a través del orificio restrictor de fluido (4) en ambos extremos del rotor realizando una fuerza de tracción radial y axial del rotor contribuyendo a la sustentación radial y axial del rotor. El fluido fugado de las cámaras o huecos (5) y (6) es evacuado por la línea o canal de retorno de fluido (8).

20 En la figura 4(b) se muestra la estructura del cojinete hidrostático axial-radial de repulsión inversa cuyo rotor trabaja a tracción. El fluido de trabajo presurizado es introducido por la línea de alimentación de fluido (7) dentro del hueco (11) o cámara de sustentación axial-radial respectivamente a través del orificio restrictor de fluido (4) en ambos extremos del rotor, realizando una fuerza combinada de tracción axial-radial del rotor contribuyendo a la sustentación axial-radial del mismo. El fluido fugado de la cámara o hueco (11) es evacuado por la línea de retorno de fluido (8).

En la realización preferente de la figura 4(b), se pueden observar los siguientes elementos:

25 Rotor (1), estátor o carcasa (2), bancada (3), orificios restrictores de fluido (4), líneas de alimentación de fluido (7), líneas de retorno de fluido (8) y huecos o cámaras de sustentación radial-axial (11) responsables de provocar tracción radial-axial del eje por repulsión inversa, es decir solicitan el rotor desde su centro de tracción hacia el exterior en sentido radial y axial combinados, o desde su centro de tracción hacia sus extremos y su periferia.

30 Esta realización de la figura 4(b) presenta características mecánicas (rigidez y amortiguamiento) muy elevadas. Estas propiedades son debidas a que las fuerzas fluidicas sustentadoras del rotor operan ejerciendo tracción mecánica provocada por repulsión inversa, es decir las fuerzas sustentadoras actúan en sentido desde el interior hacia el exterior del rotor tanto radial como axialmente, tratando de posicionar el rotor en su centro de fuerzas de tracción.

Referencias numéricas

- 1 Rotor.
- 2 Estátor o carcasa.
- 35 3 Bancada.
- 4 Orificio restrictor de fluido.
- 5 Hueco o cámara de sustentación radial (provoca tracción radial del eje) por repulsión inversa.
- 6 Hueco o cámara de sustentación axial (provoca tracción axial del eje) por repulsión inversa.
- 7 Canal de alimentación de fluido.
- 40 8 Canal de retorno de fluido.
- 9 Hueco o cámara de sustentación radial (provoca compresión radial del eje) por repulsión directa.
- 10 Hueco o cámara de sustentación axial (provoca compresión axial del eje) por repulsión directa.
- 11 Hueco o cámara de sustentación radial-axial (provoca tracción radial-axial del eje) por repulsión inversa.
- 12 Hueco o cámara de sustentación radial-axial (provoca compresión radial-axial del eje) por repulsión directa.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Cojinete de levitación fluidica que comprende un rotor (1) y un estátor (2) y una pluralidad de cámaras (5,6,11) alojadas entre el rotor (1) y el estátor (2), disponiendo dichas cámaras (5,6,11) de al menos un canal (7) de suministro fluido caracterizado por que dichas cámaras (5,6,11) están configuradas, cuando existe un fluido a presión en su interior, para ejercer una fuerza de tracción en el rotor (1).
- 10 2. Cojinete según la reivindicación 1, caracterizado por que comprende un canal de retorno (8) configurado para evacuar el fluido sobrante.
- 10 3. Cojinete según la reivindicación 2, caracterizado por que, al menos parcialmente, el canal de retorno (8) se forma entre el rotor (1) y el estátor (2).
- 15 4. Cojinete según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al menos un conjunto de cámaras (6,11) están configuradas para ejercer una fuerza de tracción axial en el rotor (1).
- 15 5. Cojinete según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al menos un conjunto de cámaras (5,11) están configuradas para ejercer una fuerza de tracción radial en el rotor (1).
- 20 6. Cojinete según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al menos un conjunto de cámaras (11) están configuradas para ejercer una fuerza de tracción en el rotor (1), con componentes axial y radial no nulas.
- 25 7. Cojinete según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el fluido empleado es líquido.
- 25 8. Cojinete según la reivindicación 7, caracterizado por que el líquido es aceite.
- 25 9. Cojinete según una cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, caracterizado por que comprende una bomba para mantener el líquido a presión.
- 30 10. Cojinete según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 6, caracterizado por que el fluido empleado es gas.
- 30 11. Cojinete según la reivindicación 10, caracterizado por que el gas empleado es aire.
- 35 12. Cojinete según una cualquiera de las reivindicaciones 10 u 11, caracterizado por que comprende un compresor para mantener el gas a presión.

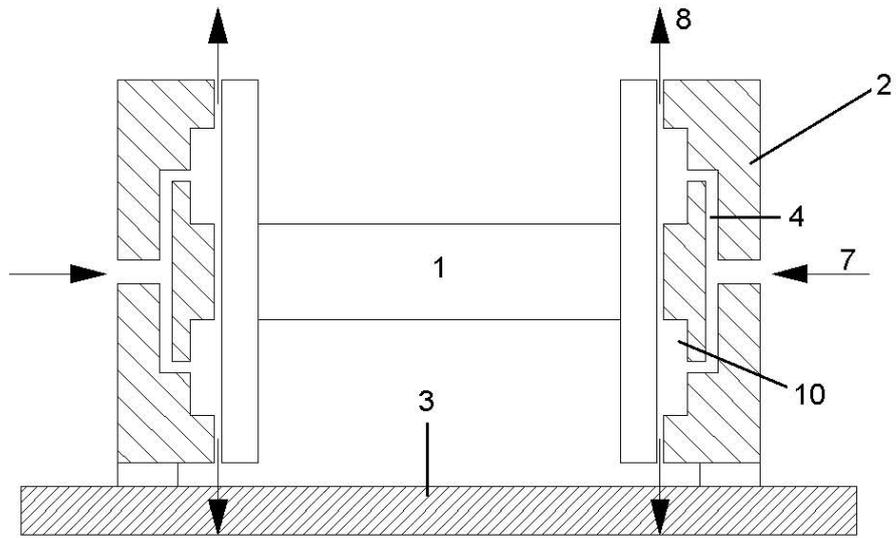


Fig. 1a

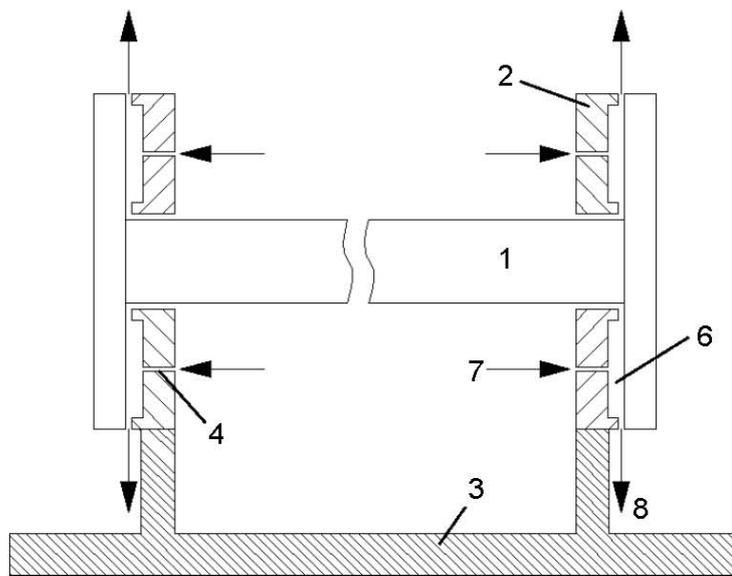


Fig. 1b

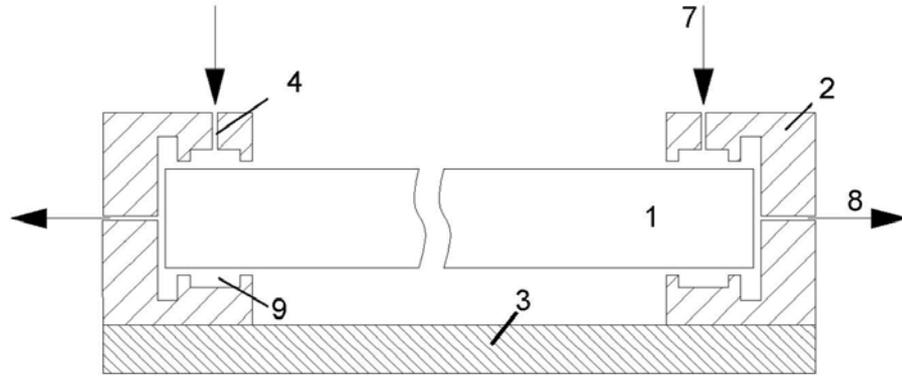


Fig. 2a

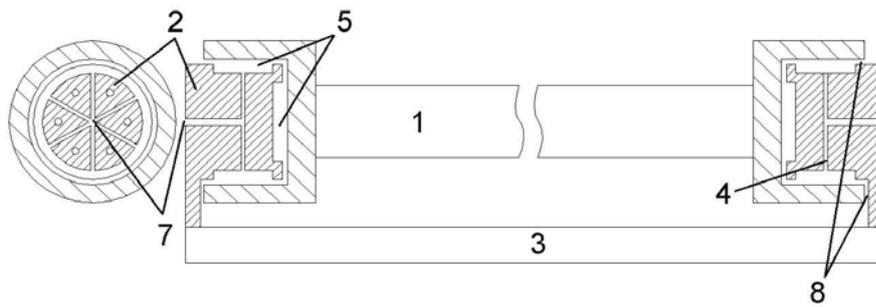


Fig. 2b

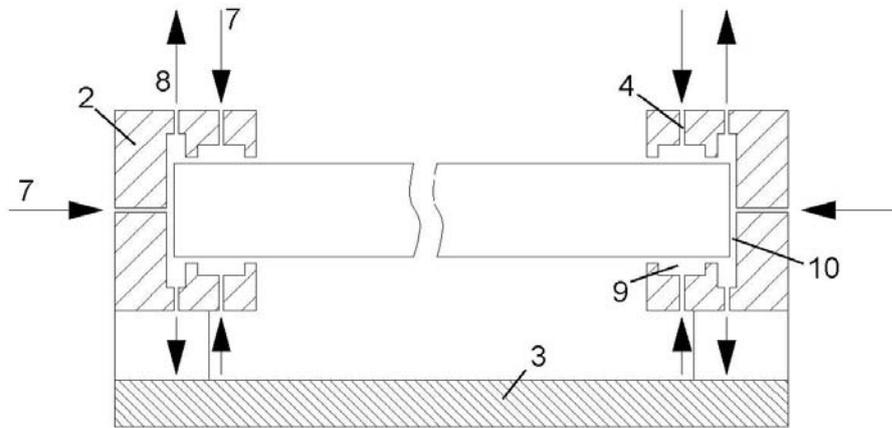


Fig. 3a

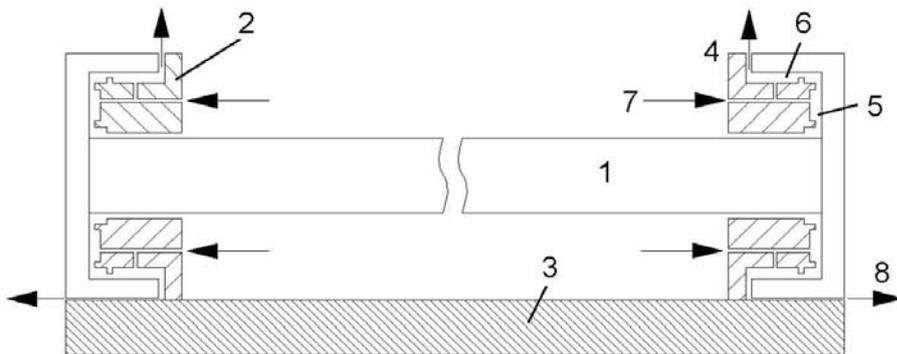


Fig. 3b

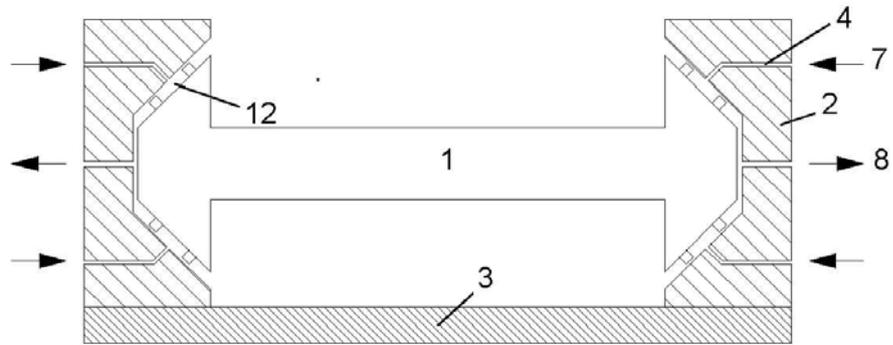


Fig. 4a

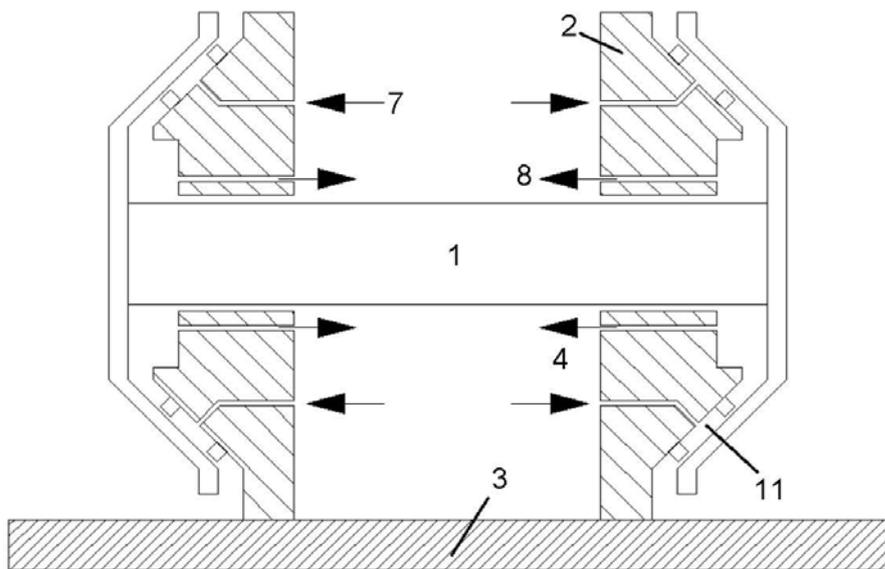


Fig. 4b



②① N.º solicitud: 201230587

②② Fecha de presentación de la solicitud: 20.04.2012

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **F16C32/06** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 3223463 A (G. H. PORATH) 14.12.1965, columna 3, líneas 27-59; columna 4, líneas 63-69; columna 5, líneas 47-58; figuras 1-2.	1-4,7-9
X	JP S5381855 A (HITACHI) 19.07.1978 & Resumen extraído de la base de datos EPODOC, resumen; figuras 1-3.	1-3,5,10-12
X	US 3746233 A (K. BAUER et al.) 17.07.1973, columna 3, líneas 20 – columna 4, línea 24; figura 1.	1-2,4-6,10-12
X	WO 9102174 A1 (DESART) 21.02.1991, reivindicación; figura.	1-4,7-9

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
05.03.2014

Examinador
S. Gómez Fernández

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

F16C

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 05.03.2014

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-12	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-12	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D1	US 3223463 A (G. H. PORATH)	14.12.1965
D2	JP S5381855 A (HITACHI)	19.07.1978
D3	US 3746233 A (K. BAUER et al.)	17.07.1973

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

- **Reivindicación 1, independiente**

D1 divulga - véase figuras 1 y 2- un cojinete de levitación fluídica que comprende un rotor (12), un estátor (11) y una pluralidad de cámaras (21) alojadas entre el rotor (12) y el estátor (11), disponiendo dichas cámaras (21) de canales (35) de suministro de fluido, tal que dichas cámaras (21) están configuradas, cuando existe un fluido a presión en su interior, para ejercer una fuerza de tracción en el rotor (12) [véase figura 2, referencias P1 y P2].

Así pues, todas las características técnicas reivindicadas parecen estar previstas en D1, razón por la cual no se aprecia novedad (art. 6 LP) en esta reivindicación.

Similares consideraciones cabe hacer respecto a D2 y D3 que también parece anticipar completamente esta reivindicación: véase en D2, figuras 1 y 3, su rotor (15a), estator (17a) y cámaras anulares interpuestas presurizadas (15a-17a) ; véase en D3, figura 1, su rotor (7-9), su estator (1) y sus cámaras interpuestas presurizadas (5,5')

- **Reivindicaciones dependientes 2-12 (R2-R12)**

Tampoco se aprecia novedad en estas reivindicaciones en tanto que sus características técnicas adicionales parecen estar también previstas en D1, D2 o D3:

- R2-R3: véase, por ejemplo, en D1, figura 1, su canal de retorno del fluido (20-56-58) dispuesto parcialmente (20-56) entre el rotor (12) y el estátor (11)

- R4: véase D1, figura 2, donde la presión del fluido en dichas cámaras (21) ejerce una fuerza de tracción axial (P1-P2) sobre el rotor (12)

- R5: véase D2, figura 3, donde la presión del fluido en dichas cámaras (15a-17a) ejerce una fuerza de tracción radial sobre los extremos (15a) del rotor (15)

- R6: véase D3, figura 1, donde la presión del fluido en dichas cámaras (5,5') ejerce una fuerza de tracción radial y axial no nulas sobre el rotor (7-9)

- R7-R9: véase D1 que prevé aceite bombeado como fluido a presión (columna 3, líneas 57-59).

- R10-R12: véase D2 o D3 que prevén aire comprimido como fluido a presión.