

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 651 354**

51 Int. Cl.:

**G01N 3/04** (2006.01)

**G01N 3/32** (2006.01)

**G01M 5/00** (2006.01)

**G01M 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.05.2014 PCT/FR2014/051072**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.11.2014 WO14184468**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.05.2014 E 14729402 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.09.2017 EP 2997345**

54 Título: **Banco de ensayo a fatiga oligocíclica o a fatiga oligocíclica o policíclica**

30 Prioridad:

**17.05.2013 FR 1354435**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.01.2018**

73 Titular/es:

**SAFRAN HELICOPTER ENGINES (100.0%)  
64510 Bordes, FR**

72 Inventor/es:

**MERIAUX, JEAN, VINCENT, MANUEL;  
PUECH, GUILLAUME;  
RUIZ-SABARIEGO, JUAN-ANTONIO;  
SERRES, NATHALIE y  
HOuze, LAURENT**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 651 354 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**

Banco de ensayo a fatiga oligocíclica o a fatiga oligocíclica o policíclica

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a un banco de ensayo a fatiga oligocíclica y, ocasionalmente, combinada oligocíclica y policíclica, para reproducir un apoyo de piezas de turbomáquina, tal como un apoyo de al menos una raíz de álabe sobre una zona de asiento de alveolo de un disco de rotor.

**Estado de la técnica anterior**

10 Un disco de rotor de turbomáquina comprende en su periferia una hilera anular de alveolos en los cuales se acoplan a presión unas raíces de álabe, que son, por ejemplo, del tipo cola de milano, para determinar una rueda de rotor. En funcionamiento, los álabes se ven sometidos a fuerzas centrífugas y sus raíces quedan apoyadas en zonas de asiento laterales de los alveolos del disco. Los álabes se ven sometidos, además, a oscilaciones ligadas a los esfuerzos aerodinámicos que inducen deslizamientos relativos entre las raíces de álabe y el disco. Estas sollicitaciones influyen en la vida útil del amarre álabe - disco.

15 El análisis de la vida útil de los amarres álabe - disco se basa en cálculos que se vuelven complejos por la influencia del contacto sobre las tensiones y vidas útiles calculadas. El cálculo de predicción de las vidas útiles es posible por intermedio de un modelo numérico completo. La dificultad del modelo implantado radica en los datos de entrada necesarios. En efecto, el modelo requiere una correlación entre un campo de tensiones acusado bajo el contacto álabe - disco y el número de ciclos para iniciación de una correspondiente grieta.

20 En vistas a este análisis, es necesario diseñar un ensayo capaz de reproducir, en condiciones de laboratorio, un contacto álabe - disco sometido a una carga de fatiga oligocíclica (LCF: Low Cycle Fatigue) o combinado oligocíclica y policíclica (HCF: High Cycle Fatigue). Un banco de ensayo debe poder permitir determinar experimentalmente la vida útil del contacto álabe - disco. Estos datos experimentales se utilizarán en lo sucesivo para ajustar las metodologías numéricas de determinación de vida útil a las piezas reales, sobre las cuales es imposible determinar experimentalmente una vida útil.

25 En la técnica actual, los bancos de ensayo a fatiga oligocíclica comprenden cada uno de ellos un órgano de soporte que, fijado a un bastidor, define al menos una superficie de apoyo, y una probeta que está unida a unos medios de tracción para sollicitar la probeta a apoyar sobre la o cada superficie de apoyo del órgano.

30 Los documentos US 2010/0263453, US 6250166 y US 2011/0000308 muestran ejemplos de bancos de ensayo para piezas de turbomáquina. En particular, el documento US 2010/0263453 describe un banco de ensayo a fatiga oligocíclica, y ocasionalmente policíclica, para reproducir un apoyo de piezas de turbomáquina, tal como un apoyo de al menos una raíz de álabe sobre una zona de asiento de alveolo de un disco de rotor, comprendiendo este banco de ensayo un órgano de soporte que, fijado a un bastidor, define al menos una superficie de apoyo, y una probeta que está unida a unos medios de tracción para sollicitar la probeta a apoyar sobre la o cada superficie de apoyo del órgano, la o cada superficie de apoyo es llevada por un elemento, por que la probeta está unida a los  
35 medios de tracción por unos medios de articulación alrededor de un eje (A).

40 Sin embargo, estos bancos de ensayo no son plenamente satisfactorios, en particular porque la homogeneidad del contacto entre las piezas no queda garantizada en el inicio del ensayo y durante todo el tiempo del ensayo, lo cual puede falsear los cálculos de evaluación de la vida útil. Además, el órgano de soporte y la probeta son relativamente aparatosos en estos bancos de ensayo. Por otro lado, puede ser difícil equipar estos bancos de ensayo con instrumentos de medida y de control y tener fácil acceso a estos instrumentos. Finalmente, estos bancos de ensayo no siempre permiten una debida representatividad frente a la aplicación industrial de las piezas.

La presente invención tiene como principal propósito aportar una solución simple, eficaz y económica a al menos una parte de los citados problemas.

**Explicación de la invención**

45 La invención propone un banco de ensayo a fatiga oligocíclica, y ocasionalmente combinada oligocíclica y policíclica, para reproducir un apoyo de piezas de turbomáquina, tal como un apoyo de al menos una raíz de álabe sobre una zona de asiento de alveolo de un disco de rotor, comprendiendo este banco de ensayo un órgano de soporte que, fijado a un bastidor, define al menos una superficie de apoyo, y una probeta que está unida a unos medios de tracción para sollicitar la probeta a apoyar sobre la o cada superficie de apoyo del órgano, caracterizado por que la o  
50 cada superficie de apoyo es llevada por un elemento que va montado giratorio alrededor de un primer eje sobre el órgano de soporte, y por que la probeta está unida a los medios de tracción por unos medios de articulación alrededor de un segundo eje sensiblemente perpendicular al primer eje, y por que comprende además unos medios de regulación y de bloqueo del elemento y de la probeta en unas posiciones alrededor de los citados ejes.

De acuerdo con la invención, el elemento tiene un grado de libertad con relación al órgano de soporte y la probeta

tiene un grado de libertad con relación a los medios de tracción. Este doble grado de libertad es particularmente ventajoso, ya que las posiciones relativas de la probeta y del elemento llevado por el órgano de soporte se pueden ajustar con precisión al objeto de asegurar que la probeta se halle bien apoyada sobre la o cada superficie de apoyo del órgano de soporte. La probeta y el elemento, una vez que se posicionan correctamente, quedan bloqueados en estas posiciones para que las conserven en el inicio del ensayo. Por lo tanto, la invención garantiza un contacto perfectamente homogéneo al principio del ensayo.

5 El banco de ensayo según la invención se puede adaptar a la tecnología conocida, ya que el bastidor y los medios de tracción pueden ser aquellos utilizados en la técnica anterior.

10 El elemento comprende preferentemente una superficie exterior sensiblemente cilíndrica cooperante con una superficie sensiblemente complementaria del órgano de soporte para guiar el elemento en su giro alrededor del primer eje.

Los medios de bloqueo del elemento y/o de la probeta son, por ejemplo, del tipo de tornillo.

15 Los medios de bloqueo del elemento pueden comprender al menos un tornillo que se atornilla en un orificio roscado del elemento y que pasa a través de una lumbrera del órgano de soporte, estando la cabeza del tornillo destinada, en el apriete del tornillo, a tomar apoyo en el órgano de soporte para inmovilizar el elemento, y teniendo la lumbrera una forma sensiblemente alargada para facultar un desplazamiento angular del elemento alrededor del primer eje cuando el tornillo está introducido en el orificio del elemento pero no está apretado.

20 Ventajosamente, el elemento es llevado por una parte media del órgano que está unida mediante al menos un primer brazo a una peana fijada al bastidor, estando este primer brazo inclinado, al objeto de que quede orientado sensiblemente paralelamente a una superficie de apoyo del elemento. De este modo, el primer brazo es sensiblemente colineal o tangente a los esfuerzos de cizallamiento aplicados sobre la superficie de apoyo definida por el elemento. Esto permite limitar los riesgos de deformación del órgano de soporte en un ensayo.

25 La parte media puede estar unida mediante al menos un segundo brazo a una barra transversal sensiblemente paralela a la peana, estando este segundo brazo inclinado, al objeto de que quede sensiblemente paralelo a una normal a la superficie de apoyo definida por el elemento. El segundo brazo, entonces, se halla sensiblemente paralelo a los esfuerzos normales aplicados sobre la superficie de apoyo del elemento. Esto permite asimismo limitar los riesgos de deformación del órgano de soporte en un ensayo y reduce considerablemente el riesgo de desalineación del contacto de las piezas. Así, la invención permite mantener el contacto de las piezas durante todo el tiempo del ensayo.

30 El órgano de soporte puede comprender dos elementos montados giratorios sobre dos partes medias del órgano, respectivamente, y alrededor de unos primeros ejes paralelos y a distancia uno del otro, incluyendo estos elementos unas superficies de apoyo destinadas a reproducir porciones de dos raíces de álabe adyacentes de una rueda de rotor. En otras palabras, el banco de ensayo permite reproducir dos contactos álabe - disco.

35 En una forma de realización de la invención, las partes medias del órgano están unidas cada una de ellas a dos barras transversales paralelas mediante dos segundos brazos, respectivamente, estando formados de una sola pieza las barras transversales, los brazos primeros y segundos, las partes medias y la peana del órgano, y pasando la probeta, en posición de montaje, entre las barras transversales.

40 En un ensayo a fatiga policíclica, el órgano de soporte puede estar unido al bastidor mediante una pieza con forma de I de parte media flexible, y la probeta puede estar unida a un extremo de una lámina vibrante cuyo otro extremo está unido a los medios de tracción mediante otra pieza con forma de I de parte media flexible, de modo que la probeta y el órgano de soporte queden apoyados en una zona situada en correspondencia con un nodo de un primer modo de vibración del banco.

45 Esta posición de la zona de apoyo permite asegurar un deslizamiento máximo de las piezas en correspondencia con el contacto, al propio tiempo que limita los desplazamientos del conjunto. Esto permite equipar el banco de ensayo con varios instrumentos y, en particular, con una cámara de visualización de la zona de apoyo.

### Descripción de las figuras

La invención se comprenderá más fácilmente y otros detalles, características y ventajas de la invención se irán poniendo de manifiesto con la lectura de la descripción siguiente, hecha a título de ejemplo no limitativo y con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

50 la figura 1 es una vista muy esquemática del amarre de una raíz de álabe dentro de un alveolo de un disco de rotor de una turbomáquina,

la figura 2 es una vista esquemática parcial en perspectiva de un banco de ensayo a fatiga oligocíclica según la invención, y muestra la probeta y el órgano de soporte de este banco,

la figura 3 es una vista seccionada del órgano de soporte y de la probeta de la figura 2,

la figura 4 es una vista esquemática en perspectiva de uno de los elementos llevados por el órgano de soporte de la figura 2,

la figura 5 es una vista esquemática en perspectiva de la probeta de la figura 2,

5 la figura 6 es una vista muy esquemática de la zona de apoyo entre la probeta y uno de los elementos del órgano de soporte de la figura 2,

la figura 7 es una vista muy esquemática de una parte del órgano de soporte, y muestra unos brazos inclinados de este órgano,

10 la figura 8 es una vista esquemática en perspectiva de un banco de ensayo a fatiga oligocíclica y policíclica según la invención y

la figura 9 es un esquema que representa la posición de la zona de apoyo entre la probeta y el órgano de soporte, con relación a un primer modo de vibración del banco.

### Descripción detallada

15 Se hace primero referencia a la figura 1, que de manera esquemática representa un amarre álabe - disco de una turbomáquina, incluyendo el álabe 10 una raíz 12 que se halla encastrada en un alveolo 14 de la periferia de un disco de rotor 16, incluyendo este disco una hilera anular de alveolos 14 de este tipo, de recepción de las raíces de álabes. El conjunto determinado por el disco 16 y los álabes 10 determina una rueda de rotor de la turbomáquina. La raíz 12 es, en este punto, en cola de milano. Dos alveolos 14 adyacentes del disco 16 están separados entre sí por un diente 15, habiéndose representado parcialmente los dientes 15 situados a ambos lados de la raíz 12 del álabe de la figura 1.

20 En funcionamiento, el álabe 10 se ve sometido a fuerzas centrífugas (flecha 18) y su pala tiene tendencia a oscilar (flecha 20), lo que provoca el apoyo y el deslizamiento de las partes laterales de la raíz de álabe 12 sobre zonas de asiento laterales 22 del alveolo 14 del disco. Las flechas 24 representan esfuerzos normales que se aplican sobre las superficies encaradas de la raíz de álabe 12 y del alveolo 14, y las flechas 26 designan esfuerzos de cizallamiento que se aplican sobre estas superficies.

25 Las figuras 2 a 7 representan una forma de realización del banco de ensayo según la invención, que está diseñado para reproducir dos contactos álabe - disco sometidos a una carga de fatiga oligocíclica (LCF: Low Cycle Fatigue) y combinada oligocíclica y policíclica (HCF: High Cycle Fatigue), con el fin de determinar experimentalmente la vida útil de estos contactos.

30 El banco de ensayo 100 comprende esencialmente dos partes, una primera parte 102, que está unida a unos medios de tracción 104 y que está destinada a reproducir un diente de un disco de rotor, y una segunda parte 106 que está unida a un bastidor 108 fijo y que está destinada a reproducir porciones de dos raíces de álabe cooperantes con este diente.

35 La primera parte 102 comprende una probeta 110 que va montada en el extremo de una lámina 112 cuyo otro extremo está unido a los medios de tracción 104. Estos medios de tracción 104 comprenden, por ejemplo, un cilindro cuyo vástago tiene el extremo libre unido a la lámina 112 y de cuya camisa es portadora una parte fija del banco de ensayo. Este cilindro preferentemente está orientado paralelamente a la lámina 112, al objeto de que la fuerza de tracción sea paralela al eje longitudinal de la lámina 112.

40 La probeta 110 está articulada sobre un eje 114 llevado por el extremo de la lámina 112, al objeto de poder desplazar giratoriamente la probeta alrededor de un eje A que es sensiblemente perpendicular al eje longitudinal de la lámina 112 y que es paralelo al plano del dibujo de la figura 3. En el ejemplo representado en la figura 5, la probeta 110 comprende una base en U que incluye dos patas 116 paralelas a distancia una de la otra, estando un extremo plano de la lámina 112 intercalado entre estas patas y siendo portador del eje 114, cuyos extremos se hallan alojados y deslizan giratoriamente en unos orificios de las patas 116. La probeta 110 está dotada de movimiento giratorio alrededor del eje A por un margen angular de unas decenas de grados aproximadamente.

45 Al menos una de las patas 116 de la probeta 110 comprende orificios 118 roscados y pasantes de montaje de tornillos (no representados) de bloqueo del giro de la probeta 110. Estos tornillos están destinados a tomar apoyo por sus extremos libres en el extremo de la lámina 112 y a inmovilizar la probeta 110 en una posición determinada alrededor del eje A.

50 La probeta 110 comprende además una parte conformada en diente de disco y unida a la citada base, parte esta que reproduce porciones de dos alveolos adyacentes del disco. Tiene esta parte una forma general en cola de milano y comprende dos caras laterales conformadas para reproducir las zonas de asiento 120, 122 de dos alveolos adyacentes del disco. Cada una de estas zonas de asiento 120, 122 comprende una superficie de apoyo 124

relativamente plana (figura 6).

La segunda parte 106 del banco de ensayo 100 comprende un órgano de soporte 126 que incluye una peana 128 fijada al bastidor 108 y dos barras transversales 130 paralelas entre sí y a la peana y a distancia una de la otra, estando estas barras 130 unidas a la peana mediante brazos 132, 134 que llevan elementos 136 de apoyo de la probeta 110.

La peana 128 tiene una forma paralelepípedica y preferentemente está fijada en plano en una posición horizontal sobre el bastidor 108. Está unida por dos extremos opuestos a unos extremos inferiores de unos primeros brazos 132 cuyos extremos superiores están unidos a unas partes medias 138 de soporte de los elementos de apoyo 136, estando estas partes medias 138 unidas a los extremos inferiores de unos segundos brazos 134 cuyos extremos superiores están unidos a los extremos de las barras transversales 130.

En el ejemplo representado, cada parte media 138 es en porción de cilindro y comprende una porción de superficie cilíndrica interna 140 orientada hacia el interior del órgano 126 y una porción de superficie cilíndrica externa 142 orientada hacia el exterior del órgano.

Los primeros brazos 132 o brazos inferiores son en número de dos, uniendo cada brazo 132 un extremo de la peana 128 con un extremo inferior de la parte media 138. Tal como se explicará con mayor detalle en lo que sigue, estos brazos 132 están inclinados, especialmente con relación a la peana 128.

Los segundos brazos 134 o brazos superiores son en número de cuatro, estando unida cada parte media 138, mediante un par de segundos brazos 134, a unos primeros extremos de las barras transversales 130, cuyos extremos opuestos están unidos por el otro par de segundos brazos 134 a la otra parte media 138. Los segundos brazos 134 de cada par son paralelos y se hallan a distancia uno del otro, estando situados cada barra transversal 130 y los segundos brazos 134 unidos a esta barra sensiblemente en un mismo plano. Estos brazos 134 están inclinados con respecto a la peana 128 y a las barras 130.

Los elementos 136 están montados con posibilidad de movimiento giratorio en las superficies cilíndricas internas 140 de las partes medias 138 alrededor de ejes B paralelos, respectivamente, siendo estos ejes B sensiblemente perpendiculares al eje A, es decir, sensiblemente perpendiculares al plano del dibujo de la figura 3.

Cada elemento 136, como mejor puede verse en la figura 4, comprende una superficie exterior 144 sensiblemente cilíndrica y complementaria de la citada superficie interior 140 de la correspondiente parte media 138, al objeto de que el elemento 136 pueda deslizar giratoriamente alrededor del eje B con relación al órgano. Cada elemento 136 comprende además una zapata de apoyo 146 que incluye una superficie plana 148 de apoyo en una de las citadas superficies 124 de la probeta 110. La posición de cada elemento 136 alrededor del correspondiente eje B se puede regular y bloquear por medio de tornillos (no representados), que se atornillan en orificios roscados 150 del elemento. Estos tornillos están destinados a pasar a través de las lumbreras 152 de las partes medias 138 del órgano, que tienen una forma alargada cuyo eje de alargamiento es sensiblemente perpendicular a los ejes B. Los tornillos se introducen desde el exterior del órgano en las lumbreras y los orificios roscados de los elemento, estando las cabezas de los tornillos destinadas a tomar apoyo en las superficies exteriores 142 de las partes medias 138 para retener los elementos 136.

En la posición de montaje, representada en las figuras 2 y 3, la probeta 110 se extiende entre las barras transversales 130 del órgano 126, de modo que la lámina 112 se extienda en una dirección opuesta a la peana. Las superficies 124 de la probeta 110 están destinadas a quedar apoyadas en las superficies 148 de los elementos 136.

Tal como aparece en la figura 6, con el montaje, estas superficies 124, 148 pueden quedar separadas una de la otra por un pequeño juego y pueden estar ligeramente inclinadas entre sí a tal punto que pueden no entrar en perfecto contacto una contra otra.

Este inconveniente queda eliminado merced a los dos grados de libertad alrededor de los ejes A y B de la probeta 110 y de los elementos 136, respectivamente, que permiten regular con precisión las posiciones relativas de la probeta y de los elementos y asegurarse de que las superficies de apoyo 124, 148 realmente se hallen en contacto una con la otra en el inicio de un ensayo. Estas posiciones, una vez que se han regulado, se bloquean por medio de los citados tornillos.

Tal como aparece en la figura 7, cada primer brazo 132 es sensiblemente paralelo a los esfuerzos normales (flecha 154) aplicados sobre la superficie 148 del correspondiente elemento 136, y cada segundo brazo 134 es sensiblemente paralelo a los esfuerzos de cizallamiento (flechas 156) aplicados sobre estas superficies. Esto permite limitar las deformaciones del órgano en utilización y asegura el mantenimiento del contacto entre los elementos y la probeta durante todo el tiempo de un ensayo.

La figura 8 representa una variante de realización del banco de ensayo 200 según la invención, el cual, en este punto, está diseñado para reproducir dos contactos álabe - disco sometidos a una carga de fatiga oligocíclica (LCF: Low Cycle Fatigue) y policíclica (HCF: High Cycle Fatigue).

## ES 2 651 354 T3

El banco de ensayo 200 comprende todas las citadas características del banco 100, además de con las siguientes características.

5 El órgano 126 va fijado al bastidor por mediación de una pieza con forma de I 158. Esta pieza 158 incluye dos bloques 160 macizos sensiblemente paralelepípedicos y paralelos, que están unidos entre sí por una pared flexible 162 perpendicular a los bloques. La peana 128 del órgano 126 está aplicada y fijada sobre uno de los bloques 160, estando el segundo bloque fijado al bastidor 108.

10 La lámina 112 va fijada a los medios de tracción por mediación de otra pieza con forma de I 164, sensiblemente idéntica a la primera 160. Uno de los bloques 166 de esta pieza 164 va fijado a un extremo de la lámina 112 (opuesto a la probeta 110) y el otro bloque 166 está unido a los medios de tracción. Las paredes flexibles 162, 168 de las piezas en I son sensiblemente coplanarias.

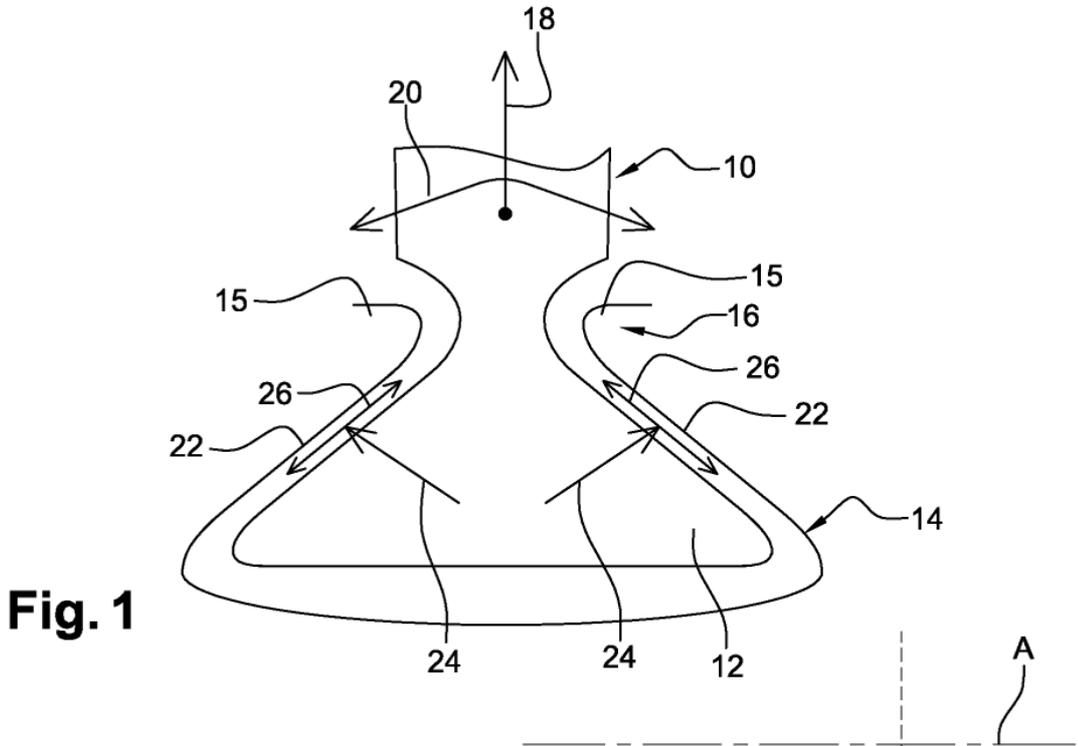
El banco de ensayo 200 comprende medios de excitación, tales como un vibrador, que toman apoyo en la pieza en I 164 unida a la lámina 112, por ejemplo en correspondencia con el bloque 166 unido a esta lámina, para hacer vibrar la lámina 112.

15 La figura 9 representa de manera esquemática el banco de ensayo 200 así como un primer modo de vibración 170 del banco. Ventajosamente, tal como se representa en esta figura, las superficies de apoyo de la probeta 110 y de los elementos 136 llevados por el órgano 126 están situadas en correspondencia con un nodo de vibración 172 de este primer modo, al objeto de excitar la lámina 112 con una acusada amplitud y de maximizar los movimientos relativos (deslizamientos) entre la probeta y el órgano, al propio tiempo que se limitan los desplazamientos del conjunto determinado por la probeta 110 y el órgano 126.

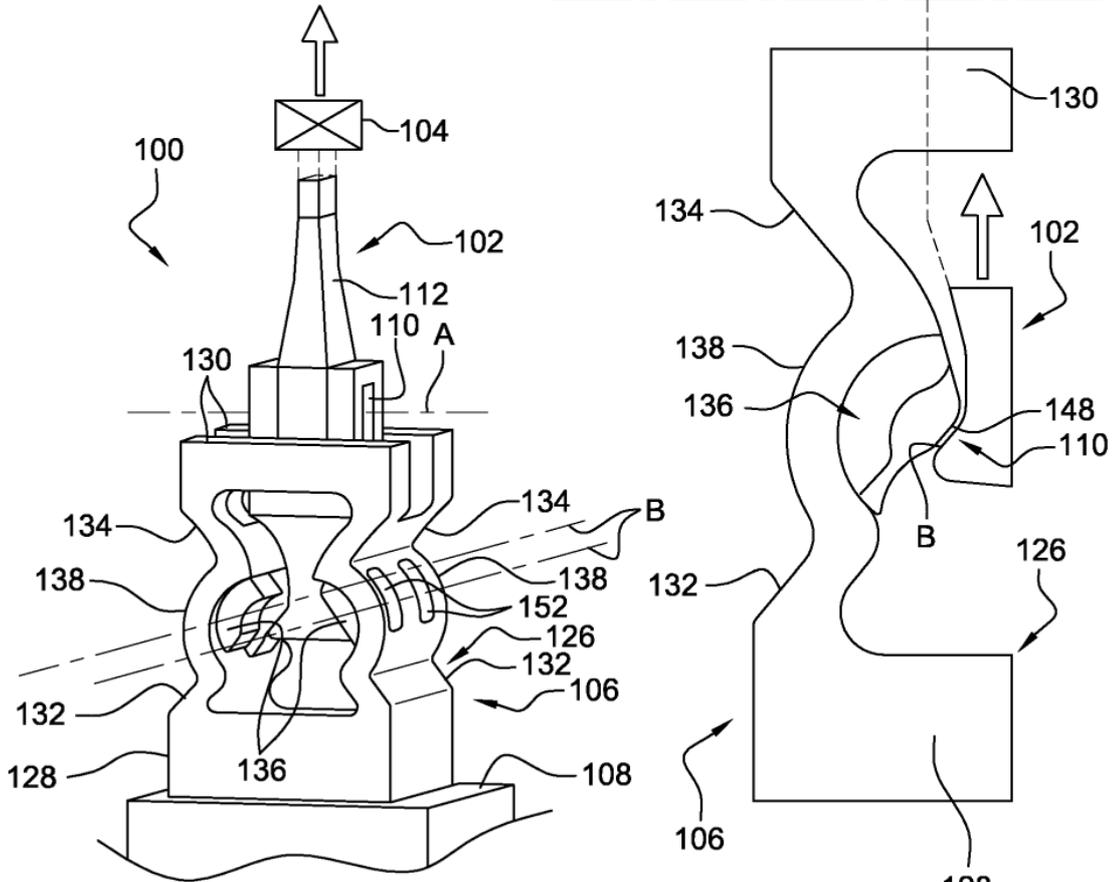
20

**REIVINDICACIONES**

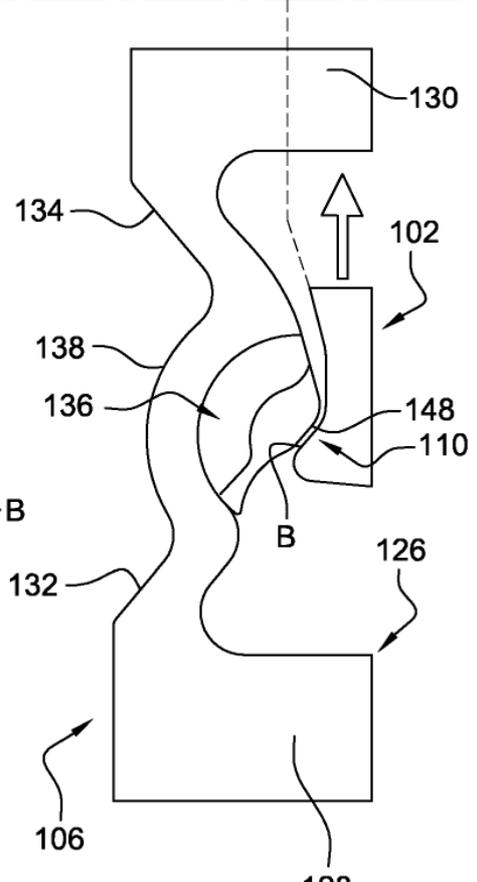
1. Banco de ensayo (100) a fatiga oligocíclica, y ocasionalmente policíclica, para reproducir un apoyo de piezas de turbomáquina, tal como un apoyo de al menos una raíz de álabe sobre una zona de asiento de alveolo de un disco de rotor, comprendiendo este banco de ensayo un órgano de soporte (126) que, fijado a un bastidor (108), define al menos una superficie de apoyo (148), y una probeta (110) que está unida a unos medios de tracción (104) para solicitar la probeta a apoyar sobre la o cada superficie de apoyo del órgano, la o cada superficie de apoyo (148) es llevada por un elemento (136) que va montado giratorio alrededor de un primer eje (B) sobre el órgano de soporte, y la probeta está unida a los medios de tracción por unos medios (114) de articulación alrededor de un segundo eje (A) sensiblemente perpendicular al primer eje, y que comprende además unos medios de regulación y de bloqueo del elemento y de la probeta en unas posiciones alrededor de los citados ejes.
2. Banco de ensayo (100) según la reivindicación 1, caracterizado por que el elemento (136) comprende una superficie exterior (144) sensiblemente cilíndrica cooperante con una superficie (140) sensiblemente complementaria del órgano de soporte (126) para guiar el elemento en su giro alrededor del primer eje (B).
3. Banco de ensayo (100) según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que los medios de bloqueo del elemento (136) y/o de la probeta (110) son del tipo de tornillo.
4. Banco de ensayo (100) según la reivindicación 3, caracterizado por que los medios de bloqueo del elemento (136) comprenden al menos un tornillo que se atornilla en un orificio roscado (150) del elemento y que pasa a través de una lumbrera (152) del órgano de soporte (126), estando la cabeza del tornillo destinada, en el apriete del tornillo, a tomar apoyo en el órgano de soporte para inmovilizar el elemento, y teniendo la lumbrera una forma sensiblemente alargada para facultar un desplazamiento angular del elemento alrededor del primer eje (B) cuando el tornillo está introducido en el orificio del elemento pero no está apretado.
5. Banco de ensayo (100) según una de las anteriores reivindicaciones, caracterizado por que el elemento (136) es llevado por una parte media (138) del órgano (126) que está unida mediante al menos un primer brazo (132) a una peana (128) fijada al bastidor (108), estando este primer brazo inclinado, al objeto de que quede orientado sensiblemente perpendicularmente a la superficie de apoyo (148) definida por el elemento.
6. Banco de ensayo (100) según la reivindicación 5, caracterizado por que la parte media (138) está unida mediante al menos un segundo brazo (134) a una barra transversal (130) sensiblemente paralela a la peana (128), estando este segundo brazo inclinado, al objeto de que quede sensiblemente paralelo a la superficie de apoyo (148) definida por el elemento.
7. Banco de ensayo (100) según la reivindicación 5 ó 6, caracterizado por que el órgano de soporte (126) comprende dos elementos (136) montados giratorios sobre dos partes medias (138) del órgano, respectivamente, y alrededor de unos primeros ejes (B) paralelos y a distancia uno del otro, incluyendo estos elementos unas superficies de apoyo (148) destinadas a reproducir porciones de dos raíces de álabe adyacentes de una rueda de rotor.
8. Banco de ensayo (100) según la reivindicación 7, caracterizado por que las partes medias (138) del órgano (126) están unidas cada una de ellas a dos barras transversales (130) paralelas mediante dos segundos brazos (134), respectivamente, estando formados de una sola pieza las barras transversales, los brazos primeros y segundos (132, 134), las partes medias y la peana (128) del órgano, y pasando la probeta (110), en posición de montaje, entre las barras transversales.
9. Banco de ensayo (200) según una de las anteriores reivindicaciones, caracterizado por que el órgano de soporte (126) está unido al bastidor (108) mediante una pieza con forma de I (158) de parte media flexible, y la probeta (110) está unida a un extremo de una lámina vibrante (112) cuyo otro extremo está unido a los medios de tracción (104) mediante otra pieza con forma de I (164) de parte media flexible, de modo que la probeta y el órgano de soporte queden apoyados en una zona situada en correspondencia con un nodo de vibración (172) de un primer modo de vibración (170), en un ensayo a fatiga policíclica.



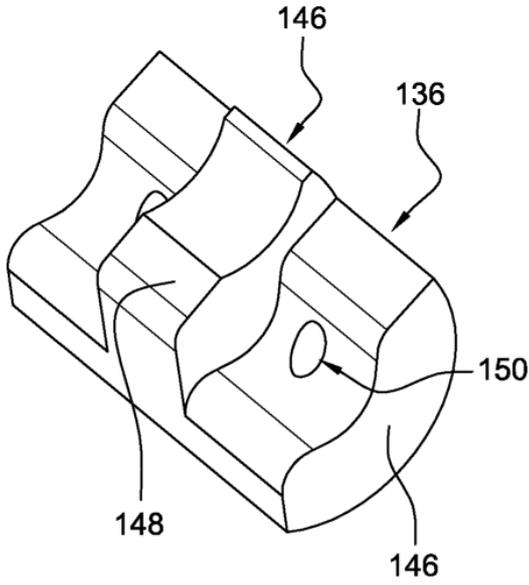
**Fig. 1**



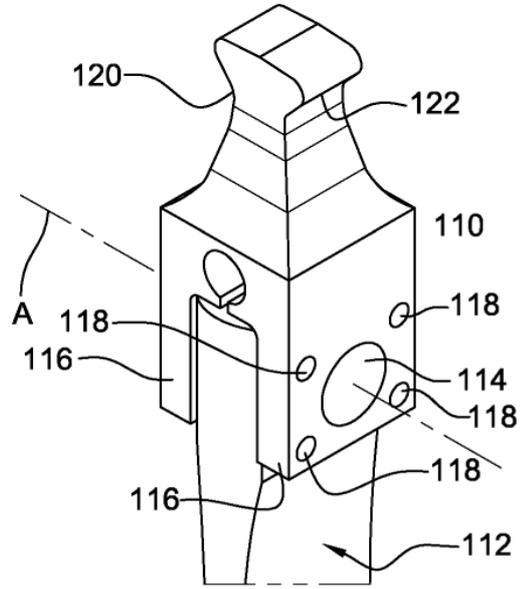
**Fig. 2**



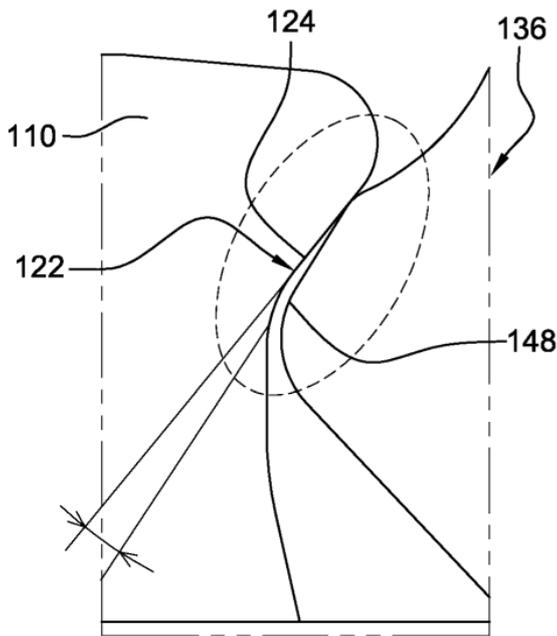
**Fig. 3**



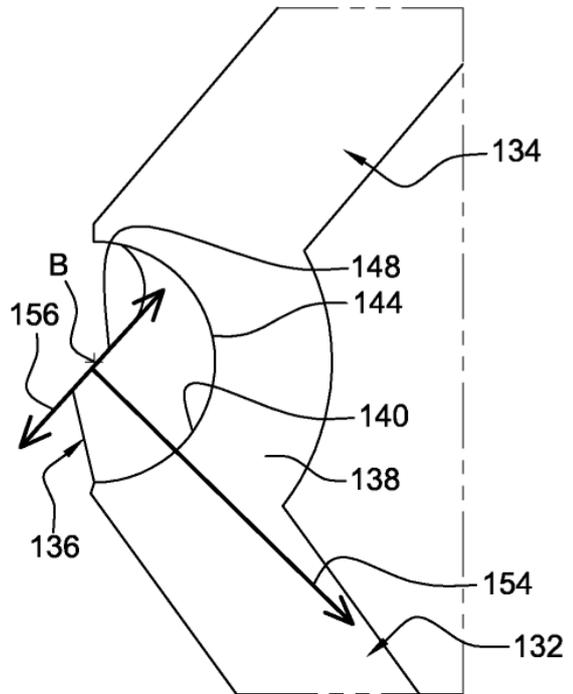
**Fig. 4**



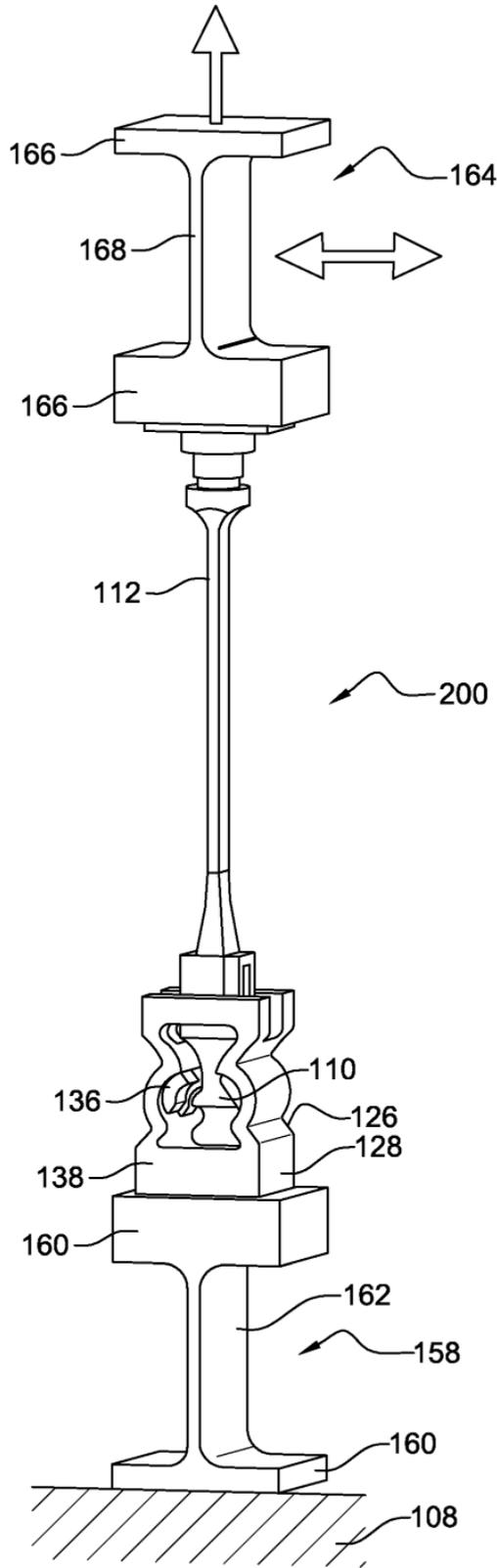
**Fig. 5**



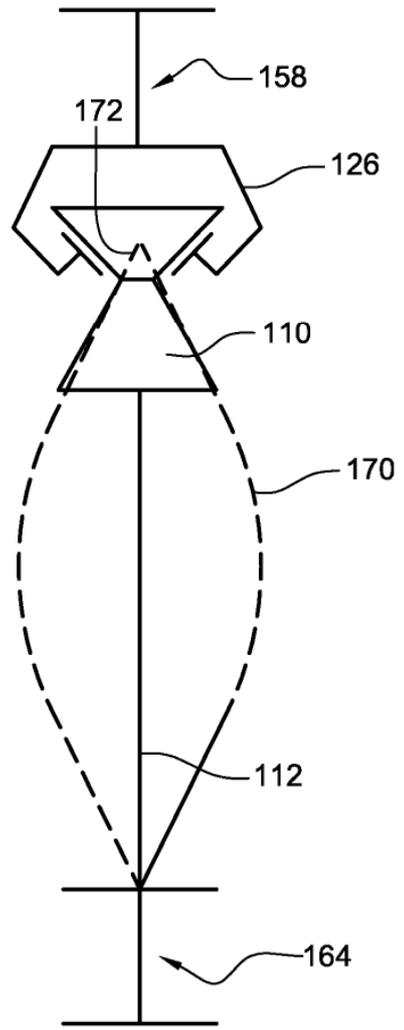
**Fig. 6**



**Fig. 7**



**Fig. 8**



**Fig. 9**