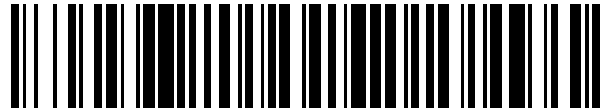


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 542 159**

51 Int. Cl.:

F01D 5/22 (2006.01)

F01D 5/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.03.2009 E 09787659 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2015 EP 2406464**

54 Título: **Rotor para turbomáquinas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.07.2015

73 Titular/es:

**GE AVIO S.R.L. (100.0%)
Via I Maggio 99
Rivalta di Torino (Torino) , IT**

72 Inventor/es:

SALVANO, SERGIO

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 542 159 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

Rotor para turbomáquinas

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un rotor para turbomáquinas, siendo el rotor del tipo que incluye un cuerpo central que tiene un eje y es adecuado para girar alrededor de dicho eje; al menos una fila de álabes rodeando el cuerpo central y que gira con el cuerpo central alrededor del eje; y medios amortiguadores para eliminar cualquier movimiento de vibración de los álabes; definiendo los álabes de cada par de álabes adyacentes, entre ellos, una cámara de alojamiento para un medio amortiguador respectivo; y estando delimitada cada cámara, en una dirección radialmente hacia fuera, por una pared de cierre orientada circunferencialmente respectiva incluyendo dos porciones separadas por un entrehierro y pertenecientes una a uno y la otra al otro de los álabes del par respectivo de álabes adyacentes.

15 Un rotor de un tipo similar se describe en EP 0509838.

Antecedentes de la invención

20 Con los rotores conocidos del tipo descrito anteriormente, hay posibilidad, durante el uso, de un desfase significativo entre el nivel de vibración de un álabe y el de un álabe adyacente, y de que porciones, separadas una de otra por dicho entrehierro, de los álabes de cada par de álabes adyacentes anulen dicho entrehierro y choquen repetidas veces. Los medios amortiguadores mencionados anteriormente están dispuestos dentro de cada cámara para cooperar con rozamiento con ambas porciones de la pared de cierre de la cámara relativa y para amortiguar con rozamiento dichas vibraciones.

Sin embargo, un inconveniente de los rotores conocidos del tipo descrito anteriormente es que el resultado descrito anteriormente no siempre se logra dado que, en la práctica, no siempre es posible garantizar el contacto concurrente entre los medios amortiguadores y ambas porciones de la pared de cierre de la cámara relativa.

30 Descripción de la invención

El objeto de la presente invención es proporcionar un rotor para turbomaquinaria, que supere el inconveniente descrito anteriormente.

35 Según la presente invención se facilita un rotor para turbomaquinaria según lo reivindicado en la reivindicación 1 y, preferiblemente, en cualquiera de las reivindicaciones posteriores que dependen directa o indirectamente de la reivindicación 1.

40 Breve descripción de los dibujos

La presente invención se describirá ahora con referencia a los dibujos acompañantes, que ilustran una realización no limitadora de la misma, en los que:

45 La figura 1 es una vista en planta que ilustra una configuración operativa de una porción de una realización preferida del rotor según la presente invención.

La figura 2 es una vista lateral y en sección transversal parcial de un primer detalle de la figura 1.

50 La figura 3 es una vista en sección transversal a lo largo de la línea III-III de la figura 1.

Las figuras 4 y 5 son una vista en planta y, respectivamente, en perspectiva, y ambas a escala ampliada, de otro detalle de la figura 1.

55 La figura 6 es una vista en perspectiva de una realización alternativa del detalle de la figura 4.

La figura 7 es una vista en sección transversal a lo largo de una línea VII-VII de la figura 3.

60 Mejor modo de llevar a la práctica la invención

En las figuras 1, 2 y 3, con el número 1 se designa en conjunto un rotor de una turbomáquina A, incluyendo dicho rotor 1 un cuerpo central 2 montado de manera que gire alrededor de su propio eje 3 y una fila 4 de álabes radiales 5 yuxtapuestos.

65 Cada álabe 5 incluye una raíz 6, una base 7 y un ala 8; la raíz 6 de cada álabe 5 está insertada axialmente en una ranura periférica respectiva 9 del cuerpo central 2 de modo que el álabe 5 esté fijado radial y circunferencialmente al

cuerpo central 2 por medio de una conexión ajustada; mientras que tanto la base 7 como el ala 8 de cada álabe 5 se extienden radialmente al exterior del cuerpo central 2.

5 Cada base 7 sobresale circunferencialmente con respecto al ala relativa 8, que es la porción exterior del álabe relativo 5 y se extiende radialmente hacia el exterior de la base 7.

10 La base 7 (figura 3) de cada álabe 5 incluye dos cuerpos en forma de copa opuestos 10, que tienen en común una pared de base 11 dispuesta radialmente con respecto al eje 3 y están provistos de concavidades que miran en direcciones opuestas y hacia fuera en una dirección circunferencial a lo largo de la fila 4. Cada cuerpo en forma de
15 copa 10 mira y está alineado con un cuerpo en forma de copa correspondiente 10 de un álabe adyacente 5 e incluye una pared radialmente exterior 12 y una pared radialmente interior 13 ambas orientadas circunferencialmente y sustancialmente paralelas una a otra y perpendiculares a la pared de base 11. Cada cuerpo en forma de copa 10 también incluye una pared lateral delantera 14, que es perpendicular a las paredes 12 y 13 y a la pared de base 11 y se extiende desde un extremo delantero de la pared radialmente interior 13 y un punto intermedio de la pared radialmente exterior 12, y una pared lateral trasera 15, que es perpendicular a las paredes 12 y 13 y a la pared de base 11, es sustancialmente paralela a la pared lateral delantera 14 y está provista externamente de un apéndice axial 16.

20 Cada cuerpo en forma de copa 10 está separado del cuerpo en forma de copa 10 frontal de un álabe adyacente 5 por un entrehierro 17 que se extiende a lo largo de los bordes libres de las paredes relativas 12-15 y define, con el cuerpo en forma de copa 10 frontal de dicho álabe adyacente 5, un receptáculo 18, que está limitado en una dirección radialmente hacia fuera, por una pared de cierre 12a definida por las dos paredes radialmente exteriores
25 relativas 12 de los cuerpos en forma de copa relativos 10. Cada receptáculo 18 forma, con todos los receptáculos restantes 18, un aro 19 coaxial al eje 3 y que cubre y protege el cuerpo central 2, y está provisto de una cámara interna 20, que está dividida transversalmente en dos partes por el entrehierro 17, está limitada, en una dirección radialmente hacia fuera, por las superficies internas 21 de las dos paredes radialmente exteriores relativas 12 y comunica axialmente con el exterior a través de una hendidura 22 formada a través de las dos paredes delanteras laterales relativas 14 perpendicularmente a las paredes base 11.

30 Cada cámara 20 aloja internamente un elemento amortiguador respectivo 23, que, según lo ilustrado en las figuras 4 y 5, tiene forma de copa, está dispuesto dentro de la cámara 20 con su concavidad mirando radialmente hacia dentro y tiene una pared de base sustancialmente plana 24, desde una superficie radialmente exterior 24a de la que sobresalen tres salientes 25, que miran a las superficies 21 y dispuestos, en el ejemplo que se ilustra, de manera que formen los vértices de un triángulo rectángulo, ilustrado por la línea de trazos e indicado con la letra B, del que
35 un lado más largo está dispuesto en una posición que es sustancialmente paralela al plano del entrehierro relativo 17, y cuyo lado más corto, dispuesto en una posición que es sustancialmente transversal al entrehierro 17, interseca, si se extiende, dos bordes opuestos de la pared de base 24 en puntos C respectivos.

40 Los salientes 25 están dispuestos de modo que cumplan la condición siguiente:

- al menos uno de los salientes 25 debe estar mirando a una de las superficies relativas 21 y al menos otro de los salientes 25 debe estar mirando a la otra de las superficies 21.

45 Con el fin de cumplir esta condición, la distancia entre cada saliente 25 dispuesto a lo largo del lado más corto del triángulo B y el punto C más alejado de él siempre es mayor que la anchura, medida circunferencialmente de cada una de las dos superficies internas 21.

50 Con el fin de regular el peso del elemento amortiguador 23 por razones que se explicarán más tarde, a través de la pared de base 24 del elemento amortiguador 23 se forma al menos un agujero 26 de dimensiones variables. En el ejemplo que se ilustra, la pared de base 24 está provista de un solo agujero 26, pero según realizaciones alternativas que no se ilustran, puede haber más de un agujero 26 y estos pueden estar distribuidos de forma variable en la pared de base 24. Los bordes de la pared de base 24 están unidos al borde radialmente exterior de una pared anular lateral 27, lo que es adecuado para evitar, en el uso, que el elemento amortiguador 23 se pegue dentro de la cámara relativa y se atasque radialmente. La pared lateral 27 está provista de agujeros axiales 28, que,
55 con el agujero 26, ayudan a regular el peso del elemento amortiguador 23 y refuerzan la estructura de dicho elemento 23.

60 Las dimensiones transversales del elemento amortiguador 23 son tales que el elemento 23 propiamente dicho pueda deslizar radialmente y, preferiblemente, también axialmente dentro de la cámara relativa 20.

Preferiblemente, además, las dimensiones de cada elemento amortiguador 23 se determinan con el fin de evitar que giren alrededor de sí mismas dentro de la cámara respectiva 20.

65 Preferiblemente, por último, el elemento amortiguador 23 se hace por medio de un proceso de moldeo de una hoja metálica plana, en particular se hace de HASTELLOY-X o HAYNES-188 y los salientes 25 están recubiertos con material antidesgaste.

5 La figura 6 ilustra un elemento amortiguador 123 similar al elemento amortiguador 23, pero de un peso diferente, una forma diferente y un agujero 26 (pero todavía preferiblemente según las dos condiciones descritas anteriormente) que difiere en lo que se refiere a su forma, dimensiones y posición del agujero 26 del elemento amortiguador 23.

10 Igualmente, se puede facilitar un conjunto de elementos amortiguadores (no ilustrados), cada uno de los cuales es diferente del elemento amortiguador 23 y 123, pero es de una forma y dimensiones adecuadas para poder introducirlo en una cámara 20, está provisto de los tres salientes 25 y cumple las condiciones descritas previamente.

15 En el uso, para montar el rotor 1, los álabes 5 están dispuestos uno al lado del otro con el fin de formar la fila 4; entonces, cada elemento amortiguador 23 se inserta en la cámara respectiva 20 del receptáculo relativo 18. El elemento amortiguador 23 se inserta de tal forma que los salientes 25 miren a las superficies internas 21 de la cámara respectiva 20. Una vez formada, la fila 4 de álabes 5 se monta axialmente en el cuerpo central 2 insertando las raíces 6 de los álabes 5 dentro de las ranuras periféricas relativas 9 del cuerpo central 2.

20 Cuando se hace girar la fila 4 de los álabes 5, cada elemento amortiguador 23 es empujado, debido a la fuerza centrífuga, contra las superficies interiores 21 de las paredes externas 12 de la cámara relativa 20 con el fin de montar a horcajadas el entrehierro relativo 17.

25 A este respecto es importante observar que la presencia de los tres salientes 25, de los que al menos uno, como se ha mencionado previamente, está dispuesto de manera que esté en contacto con una de las dos superficies internas 21 y de los que al menos otro está dispuesto de manera que esté en contacto con la otra de las dos superficies internas 21 no solamente garantiza un soporte isostático para el elemento amortiguador 23 en las dos superficies internas 21, sino que también asegura el contacto de dicho elemento amortiguador 23 con ambas superficies internas 21 en cualquier condición operativa y, en particular, independientemente de la aspereza de dichas superficies internas 21.

30 Además, la presencia de un número finito de salientes 25 asegura que cada elemento amortiguador 23 siempre se adhiera a las superficies internas 21 en puntos establecidos definidos en el diseño.

35 El rozamiento que se genera en correspondencia con los salientes 25 debido al movimiento de vibración de los álabes 5 y al posterior movimiento relativo entre el elemento amortiguador 23 y las superficies internas 21 de las dos bases adyacentes relativas 7 disipa energía en forma de calor y así amortigua las vibraciones de los álabes relativos 5.

40 Dado que la fuerza de rozamiento ejercida depende del peso de los elementos amortiguadores 23, siendo igual el número de vueltas de la fila 4, es posible regular el peso de dichos elementos amortiguadores 23 variando las dimensiones y la posición de los agujeros 26 con el fin de lograr el efecto amortiguador deseado.

45 Con el fin de asegurarse de que las presiones ejercidas por los salientes 25 de cada elemento amortiguador 23 en las superficies internas relativas 21 sean sustancialmente idénticas, las posiciones y las dimensiones del agujero relativo 26 y de los agujeros axiales relativos 28 se calculan para que el centro de gravedad G del elemento amortiguador 23 esté dispuesto en un radio R que interseque el triángulo B.

50 Cada elemento amortiguador 23 se puede elegir, para cumplir los requisitos específicos, de entre una pluralidad de elementos amortiguadores 23 con diferentes geometrías, en particular, en términos de la posición de los salientes, el peso y la posición del centro de gravedad, pudiendo modificarse estos dos últimos, ventajosamente, a través del uso de agujeros 26 que tienen posiciones, dimensiones y formas diferentes según sea preciso.

55 A este respecto es importante observar que los elementos amortiguadores 23 no tienen que estar alojados en asientos o cámaras específicos; que cada elemento amortiguador 23 se puede insertar en una cámara genérica 20 con dimensiones más grandes que las de dicho elemento amortiguador 23; y que, con el cuerpo central 2 parado, es decir, en reposo, cada elemento amortiguador 23 puede flotar libremente y disponerse aleatoriamente dentro de la cámara respectiva 20, pero siempre con la característica de que, durante la operación, los tres salientes estén en contacto con los álabes: dos con un álabe y uno con el otro.

60 De la descripción anterior se deduce que los elementos amortiguadores 23, una vez seleccionados, se pueden insertar en las cámaras 20 de cualquier rotor existente 1 con el fin de eliminar las vibraciones, que se generan efectivamente, durante la operación, en los álabes 5 del rotor existente 1.

65 Por último, es importante observar que los elementos amortiguadores de un mismo rotor no son necesariamente todos los mismos, sino que pueden ser diferentes uno de otro y usarse para permitir el equilibrio dinámico del rotor relativo 1.

REIVINDICACIONES

1. Rotor (1) para turbomáquinas (A); incluyendo el rotor (1) un cuerpo central (2) que tiene un eje (3) y montado para girar alrededor del eje (3) propiamente dicho; al menos una fila (4) de álabes (5) que rodean el cuerpo central (2) y que giran con el cuerpo central (2) alrededor del eje (3); y medios amortiguadores (23; 123) para reducir cualquier movimiento de vibración de los álabes (5); definiendo los álabes (5) de cada par de álabes adyacentes (5), entre ellos, una cámara de alojamiento (20) para un medio amortiguador respectivo (23; 123); y estando delimitada cada cámara (20), en una dirección radialmente hacia fuera, por una pared de cierre orientada circunferencialmente respectiva (12a) incluyendo dos porciones (12) separadas por un entrehierro (17) y pertenecientes una a uno y la otra al otro de los álabes (5) del par respectivo de álabes adyacentes (5); y **caracterizándose** el rotor (1) porque cada medio amortiguador (23; 123) incluye un elemento amortiguador montado de forma flotante, al menos en una dirección radial, dentro de la cámara relativa (20) y teniendo una superficie radialmente exterior sustancialmente plana (24), y tres salientes (25) que sobresalen radialmente hacia fuera de la superficie radialmente exterior (24) y dispuestos de manera que formen los vértices de un triángulo (B); al menos un primero de los salientes (25) mirando a una, y al menos un segundo de los salientes (25) mirando a la otra de dichas dos porciones relativas (12) dando lugar, durante la operación, a que el elemento amortiguador (23) se soporte isostáticamente en la pared de cierre respectiva (12a).
2. Rotor según la reivindicación 1, donde cada álabe (5) sobresale radialmente hacia fuera con respecto al cuerpo central (2) e incluye una raíz (6) para acoplar al cuerpo central (2), una base (7) y un ala (8); definiendo conjuntamente las bases (7) de los álabes (5) un aro (19) incluyendo dichas paredes (12); y definiéndose dichas cámaras (20) en el interior del aro (19).
3. Rotor según la reivindicación 2, donde la base (7) de cada álabe (5) incluye dos cuerpos en forma de copa opuestos (10), que están provistos de concavidades que miran en direcciones opuestas y hacia fuera en una dirección circunferencial a lo largo del aro (19); mirando y estando alineado cada cuerpo en forma de copa (10) con un cuerpo en forma de copa correspondiente (10) de un álabe adyacente (5) para definir la cámara respectiva (20).
4. Rotor según una de las reivindicaciones anteriores, donde dichos salientes primero y segundo (25) están dispuestos a lo largo de una línea recta sustancialmente transversal con respecto al entrehierro respectivo (17); intersecando dicha línea recta dos bordes opuestos de la respectiva superficie radialmente exterior (24) en puntos de intersección respectivos (C); y estando dispuesto cada uno de dichos salientes primero y segundo (25) a una distancia más alejada del punto de intersección (C) que es mayor que una anchura, medida en una dirección circunferencial, de cada uno de dichas dos porciones respectivas (12).
5. Rotor según una de las reivindicaciones anteriores, donde el triángulo (B) es un triángulo rectángulo (B), cuyo lado más corto es sustancialmente transversal con respecto al entrehierro (17).
6. Rotor según una de las reivindicaciones anteriores, donde cada medio amortiguador (23; 123) está provisto de un centro de gravedad (G) e incluye medios de regulación de su peso y de la posición de su centro de gravedad (G).
7. Rotor según la reivindicación 6, donde los medios de regulación son tales que el centro de gravedad (G) se disponga en un radio que interseque el triángulo (B).
8. Rotor según una de las reivindicaciones anteriores, donde cada medio amortiguador (23;123) tiene forma de copa, está dispuesto dentro de la cámara respectiva (20) con su concavidad mirando radialmente hacia dentro y tiene una pared de base sustancialmente plana (24), que está limitada externamente por la respectiva superficie radialmente exterior (24a).
9. Rotor según las reivindicaciones 6, 7 y 8, donde los medios de regulación son soportados, al menos en parte, por dicha pared de base (24).
10. Rotor según la reivindicación 9, donde los medios de regulación incluyen al menos un agujero (26) formado a través de dicha pared de base (24).
11. Rotor según una de las reivindicaciones anteriores, donde los medios amortiguadores (23; 123) son medios equilibradores para el equilibrio dinámico de dicho rotor (1).
12. Rotor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde al menos uno de dichos salientes (25) está recubierto con un material antidesgaste.

