

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 562 229**

51 Int. Cl.:

F01D 25/16 (2006.01)

F02C 3/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.01.2013 E 13704149 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.01.2016 EP 2805029**

54 Título: **Soporte para al menos un cojinete de sección caliente de turbomotor y turbomotor asociado**

30 Prioridad:

20.01.2012 FR 1250574

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.03.2016

73 Titular/es:

**TURBOMECA (100.0%)
64510 Bordes, FR**

72 Inventor/es:

**PERRONNET, JEAN-FRANÇOIS;
BREINING, JEAN-LUC y
SILVA, MANUEL**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 562 229 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

Soporte para al menos un cojinete de sección caliente de turbomotor y turbomotor asociado

Antecedentes de la invención

5 La presente invención se refiere al dominio de los turbomotores y, en particular, un soporte para al menos un cojinete de sección caliente de turbomotor, incluyendo este soporte un buje central que incorpora un asiento exterior de cojinete para recibir el cojinete, un segmento anular de cárter alrededor del buje central y una pluralidad de brazos radiales que unen dicho buje central a dicho segmento anular de cárter.

10 Por "turbomáquina", se entiende, en el presente contexto, cualquier máquina que permite la conversión de la energía térmica de un fluido de trabajo en energía mecánica por expansión de dicho fluido de trabajo en una turbina. En la descripción que sigue, los términos "aguas arriba" y "aguas abajo" están definidos con respecto al sentido de circulación normal del fluido de trabajo en la turbomáquina.

15 Típicamente, en una turbomáquina de este tipo, el fluido de trabajo está contenido en una vena anular entre un cárter y al menos un árbol rotativo alrededor de un eje central. Dicho árbol rotativo es solidario en rotación con al menos un rotor de la turbomáquina atravesado por dicha vena anular de fluido. A fin de sostener el rotor, el árbol rotativo está sostenido por al menos un cojinete, el cual está a su vez sostenido por un soporte de cojinete con una pluralidad de brazos que atraviesan radialmente la vena de fluido para unir el cojinete al cárter de la turbomáquina.

20 Entre los diferentes tipos de turbomáquina, se cuentan específicamente los turbomotores. En un turbomotor de este tipo, al menos un rotor de turbina situado aguas abajo de un compresor y de una cámara de combustión está acoplado a un árbol de salida para recuperar la energía mecánica producida por el turbomotor. Esto distingue los turbomotores específicamente de los turborreactores, en los cuales la recuperación de la energía mecánica se efectúa principalmente por la expansión de los gases de combustión en una tobera de reacción. En consecuencia, en la sección caliente de un turbomotor, es decir, en la cámara de combustión y aguas abajo de ella, las solicitaciones térmicas son elevadas a causa de los fuertes gradientes de temperatura con respecto al tamaño de los turbomotores. Especialmente los cojinetes y soportes de cojinetes situados en la sección caliente están sometidos a solicitaciones termomecánicas particularmente elevadas.

25 A fin de responder a las solicitaciones de dinámica de líneas de árboles y controlar la excentración de las turbinas bajo maniobras, es deseable obtener una gran rigidez radial de los soportes de cojinete, incluso a altas temperaturas. Sin embargo, una gran rigidez del soporte de cojinete puede tener repercusiones negativas sobre su vida útil.

30 En la patente británica GB 1,010,401, se ha propuesto un soporte de cojinete de sección caliente de turbomáquina, en el cual un buje central está suspendido de un segmento anular de cárter de la turbomáquina por varillas inclinadas en dirección radial y tangencial. Sin embargo, a fin de acomodar los esfuerzos termomecánicos entre el buje y el segmento anular de cárter, los extremos de estas varillas están articulados. Además, las varillas están protegidas por carenados tubulares cuyos extremos exteriores pueden desplazarse ligeramente longitudinalmente con respecto al segmento anular de cárter a fin de acomodar estos mismos esfuerzos termomecánicos. En consecuencia, este soporte de cojinete presenta una complejidad muy grande, de la cual se derivan costes elevados de producción y mantenimiento.

Objeto y resumen de la invención

40 La invención pretende proponer un soporte para al menos un cojinete de sección caliente de turbomotor que permite obtener una rigidez radial y en flexión elevadas, incluso a altas temperaturas, con, no obstante, una buena vida útil y una gran simplicidad.

45 Para ello, en al menos un modo de realización de la invención, dichos brazos radiales son inclinados en dirección axial y en dirección tangencial e integrados con el buje central y el segmento anular de cárter en una sola pieza unitaria. Se entiende por inclinación en dirección axial, en este contexto, una inclinación con respecto a la dirección radial en un plano longitudinal alineado con el eje central del cojinete. Se entiende por inclinación en dirección tangencial, en este contexto, una inclinación con respecto a la dirección radial en un plano transversal perpendicular al eje central del cojinete.

50 Gracias a la inclinación tangencial de los brazos y a su integración en una sola pieza unitaria con el buje central y el segmento anular de cárter, estos brazos transmiten una parte de las cargas radiales del cojinete en flexión, más bien que únicamente en tracción-compresión como las varillas del soporte según el documento de patente británica GB 1,010,401, evitando así especialmente un punzonamiento radial del segmento anular del cárter en las raíces de los brazos radiales sobre ellos. Por otro lado, la inclinación axial refuerza los brazos en flexión con respecto a las cargas radiales, permitiendo aún una ganancia sensible de la rigidez radial del soporte. Se puede así obtener un soporte de cojinete altamente rígido con, no obstante, una buena vida útil incluso en un entorno termomecánico tan exigente como el de la sección caliente de un turbomotor.

55 En particular, el soporte puede incluir, además, al menos una brida de fijación sobre un extremo axial de dicho

segmento anular de cárter, y cada brazo radial estar inclinado axialmente, a partir de una raíz sobre dicho segmento anular de cárter, en dirección del extremo axial que presenta la brida de fijación. Así es posible obtener una separación axial más grande de los brazos radiales, con respecto a dicha brida de fijación, al nivel de sus raíces sobre el segmento anular de cárter que al nivel de sus raíces sobre el buje central. Esta separación axial sobre el segmento anular del cárter permite distribuir mejor las cargas mecánicas y gradientes térmicos entre los brazos radiales y la brida de fijación, y aumentar así la vida útil del soporte, sin perjudicar su rigidez global. A fin de distribuir mejor los esfuerzos en la proximidad de la raíz de cada brazo sobre el segmento anular de cárter, dicha brida de fijación puede estar recortada enfrente de la raíz de cada brazo radial sobre dicho segmento anular de cárter. Se evita así una rigidez demasiado grande del segmento anular de cárter en la proximidad de esta raíz que podría generar concentraciones de esfuerzos demasiado importantes. Además, dicha brida de fijación puede presentar al menos un elemento de encaje positivo, tal como un piñón o un orificio destinado a recibir un piñón complementario, para la absorción de esfuerzos en un plano perpendicular a un eje central del cojinete.

En particular, a fin de evitar el aumentar excesivamente la superficie frontal, la masa o la flexibilidad radial del soporte, y a fin de evitar cargar los brazos radiales únicamente en flexión, dichos brazos radiales pueden presentar un ángulo de inclinación tangencial β no superior a 70° .

En particular, a fin de evitar el aumentar excesivamente la dimensión axial del soporte, y así evitar el cargar los brazos radiales demasiado fuertemente en flexión, dichos brazos radiales pueden presentar un ángulo de inclinación axial α no superior a 45° .

En particular, a fin de disminuir la resistencia del soporte al flujo en la vena de fluido, dichos brazos pueden tener, cada uno de ellos, un perfil aerodinámico con una desviación angular con respecto a una dirección axial. La desviación angular orienta el perfil en la dirección de un flujo helicoidal de la vena de fluido a fin de reducir su resistencia al flujo, y aumenta así la rigidez en flexión del perfil en el plano transversal. Más particularmente, dichos perfiles aerodinámicos pueden presentar un ángulo de desviación γ no superior a 30° .

La invención se refiere igualmente a un turbomotor que incluye al menos un soporte de cojinete de este tipo. En particular, dicho soporte de cojinete puede estar situado adyacente aguas abajo de un rotor de turbina del turbomotor y dichos brazos radiales estar inclinados axialmente en dirección aguas arriba a partir de dicho segmento de cárter, lo que permite limitar el voladizo entre los brazos del soporte y el rotor de turbina, al tiempo que se obtiene una cierta separación axial entre las cabezas de álabes de el rotor de turbina y la raíz de los brazos radiales sobre el segmento anular de cárter que permite limitar las cargas aerodinámicas vibratorias. Más particularmente, a fin de fijar el soporte de cojinete a un cárter de turbina, dicho soporte de cojinete puede incluir una brida de fijación situada sobre un extremo axial aguas arriba de dicho segmento anular de cárter. En este caso, la inclinación axial de los brazos radiales permita también obtener una separación axial entre esta brida de fijación y las raíces de los brazos radiales sobre el segmento anular de cárter, para así distribuir mejor los esfuerzos térmicos y mecánicos entre la brida y las raíces.

No obstante, el soporte de cojinete puede también ser situado alternativamente adyacente aguas arriba de un rotor de turbina del turbomotor, por ejemplo.

Además, este turbomotor puede, en particular, incluir al menos un compresor, una cámara de combustión, una primera turbina de gas de combustión acoplada en rotación al al menos un compresor por un primer árbol rotativo, y una segunda turbina de gas de combustión acoplada en rotación a una salida de potencia por un segundo árbol rotativo, y dicho soporte de cojinete ser un soporte de cojinete del segundo árbol rotativo, lo que permite responder a los esfuerzos mecánicos y térmicos particularmente elevados a los cuales está sometido típicamente un soporte de cojinete de turbina libre en un turbomotor de este tipo. No obstante, como alternativa o como complemento a esto, al menos un soporte de cojinete del primer árbol rotativo puede, también, estar configurado de la misma manera, con los brazos inclinados axialmente y tangencialmente, y presentando eventualmente un perfil aerodinámico desviado angularmente con respecto a una dirección axial.

Breve descripción de los dibujos

La invención será bien comprendida y sus ventajas aparecerán mejor con la lectura de la descripción detallada que sigue, de un modo de realización representado a título de ejemplo no limitativo. La descripción se refiere a los dibujos anexos en los cuales:

- 50 - la figura 1 es una sección longitudinal esquemática de un turbomotor;
- la figura 2 s una sección longitudinal esquemática de un soporte de cojinete según un modo de realización de la invención;
- la figura 2A es una sección transversal de un brazo del soporte de cojinete de la figura 2 según una línea IIA-IIA;
- la figura 3 es una vista desde delante del soporte de cojinete de la figura 2;
- 55 - a figura 4 es una vista en perspectiva desde delante del soporte de cojinete de la figura 2; y

- la figura 5 es una vista de detalle del soporte de cojinete de la figura 2.

Descripción detallada de la invención

Un turbomotor 1 se ilustra en la figura 1. Este turbomotor 1 incluye un segmento generador de gas 2 y un segmento turbina libre 3. El segmento generador de gas 2 incluye un compresor axial 4, un compresor radial 5, una cámara de combustión 6, una primera turbina de gas de combustión 7 y un primer árbol rotativo 8, con un eje central X, y que acopla en rotación las ruedas de la primera turbina de gas de combustión 7 y los compresores 4, 5 de tal manera que la rotación de este último sirve para accionar los compresores 4, 5 durante el funcionamiento del turbomotor 1. El segmento turbina libre 3, situado aguas abajo del segmento generador de gas 2, comprende una segunda turbina de gas de combustión 9, o "turbina libre", y un segundo árbol rotativo 10, alineado también con el eje central X y que acopla la turbina libre 9 con una salida de potencia 11. Así, la rotación del rotor de turbina libre 9 durante el funcionamiento del turbomotor 1 puede servir para accionar un dispositivo externo tal como, por ejemplo, un rotor de helicóptero.

Los árboles rotativos 8, 10 están sostenidos por cojinetes, los cuales están sostenidos por soportes de cojinete que incluyen pluralidades de brazos radiales que atraviesan la vena de gas 12. En particular, en el segmento turbina libre 3 del modo de realización ilustrado, el segundo árbol rotativo 10 está sostenido por al menos un cojinete 13, el cual está a su vez sostenido por un soporte de cojinete 14, situado adyacente aguas abajo de el rotor 22 de la turbina libre 9, y que incluye, en una sola pieza unitaria, un buje central 15, un segmento anular de cárter 16 y una pluralidad de brazos radiales 17, cinco por ejemplo, que atraviesan la vena de gas 12 para unir el buje central 15 al segmento anular de cárter 16. El cojinete 13 está recibido directamente en un asiento exterior de cojinete formado en el buje central 15, y el segmento anular de cárter 16 presenta, sobre su extremo axial aguas arriba, una brida de fijación 18 para fijar el soporte de cojinete 14 a un cárter de turbina 19. Esta brida de fijación 18 presenta, no solamente orificios 30 destinados a recibir pernos de fijación del soporte 14, sino también piñones salientes 31, destinados a ser recibidos en orificios complementarios en una superficie opuesta a esta brida 18 a fin de obtener un encaje positivo que permita el posicionamiento preciso del soporte 14, así como la absorción de esfuerzos en un plano transversal, específicamente para evitar un cizallamiento de dichos pernos.

Este soporte de cojinete 14 se ilustra con mayor detalle en las figuras 2, 2A y 3 a 5. Se puede así apreciar, en la figura 2, un ángulo de inclinación α de los brazos radiales 17 en dirección axial con respecto a un plano transversal y, en la figura 3, un ángulo de inclinación β de los brazos radiales 17 en el plano transversal con respecto a una dirección radial. En el modo de realización ilustrado, el ángulo de inclinación α es inferior o igual a 45° , mientras que el ángulo de inclinación β es inferior o igual a 70° .

Cada brazo radial 17 es hueco, permitiendo así el paso de un conducto 20 de fluido lubricante, así como un captador 21 de ruptura del rotor de turbina 22. Gracias a la inclinación axial de los brazos radiales 17, el voladizo entre las raíces interiores de los brazos radiales 17 y el rotor de turbina 22 puede ser minimizado, lo que permite específicamente colocar el captador 21 particularmente próximo a el rotor de turbina 22. Por otro lado, a las raíces exteriores de los brazos radiales 17, la separación axial con respecto a la brida de fijación 18, que es comparativamente rígida y permanece comparativamente fría durante el funcionamiento del turbomotor 1, permite distribuir mejor los esfuerzos térmicos y mecánicos entre estas raíces exteriores y la brida de fijación 18. Además, esta separación axial permite también separar las raíces exteriores de los brazos radiales 17 de las cabezas de álabe 23 del rotor de turbina 22. A fin de evitar una rigidez demasiado grande de del segmento anular de cárter 16 en la proximidad de estas raíces exteriores, la brida de fijación 18 está recortada enfrente de aquellas.

Gracias a la inclinación tangencial de los brazos radiales 17, que se puede ver en la figura 3, las cargas radiales del cojinete 13 no son transmitidas únicamente en tracción-compresión por los brazos radiales 17, sino parcialmente en flexión, lo que permite evitar un punzonamiento del segmento anular de cárter 16 a las raíces exteriores de los brazos radiales 17.

Volviendo ahora a la figura 2A, se puede apreciar cómo cada brazo radial 17 presenta un perfil aerodinámico con un eje principal desviado angularmente con respecto a la dirección axial. En el modo de realización ilustrado, el ángulo γ de desviación del perfil es igual o inferior a 30° . Se puede así, por ejemplo, alinear el eje principal del perfil con la dirección de flujo del gases aguas abajo de el rotor de turbina 22, reduciendo de esta manera la resistencia de los brazos radiales 17 a este flujo. Al mismo tiempo, esta desviación aumenta la rigidez de los brazos radiales en flexión en un plano transversal del soporte de cojinete 14.

El buje central 15 incluye un anillo exterior 32 en el que están situadas las raíces de los brazos radiales 17, un anillo interior 33 que forma dicho asiento exterior del cojinete 13, y una pared cónica 34 que une dichos anillos exterior e interior 32, 33 del buje central 15. A fin de limitar la masa del buje central 15, estos anillos exterior e interior 32, 33, y sobre todo la pared cónica 34, pueden ser relativamente delgados. A fin de asegurar, no obstante, la rigidez del buje central 15, esta pared cónica 34 presenta sin embargo nervaduras radiales 35 como se ilustra en particular en la figura 5.

En funcionamiento, el soporte de cojinete 14 puede estar sometido a temperaturas entre 400 y 700°C , típicamente más elevadas en el centro de la vena de gases que en sus regiones radialmente interior y exterior. A pesar de ello,

con por ejemplo una aleación refractaria a base de níquel o de cobalto, es posible obtener, con la geometría ilustrada y las dimensiones típicas de un turbomotor, rigideces radiales del orden de 20.000 a 80.000 N/m, y más particularmente entre 60.000 y 70.000 N/m, al tiempo que se asegura una buena vida útil, por ejemplo de al menos 6.400 horas de funcionamiento.

- 5 Aunque la presente invención haya sido descrita refiriéndose a un ejemplo de realización específico, es evidente que diferentes modificaciones y cambios pueden ser efectuados sobre estos ejemplos sin salir del alcance general de la invención tal como se define por las reivindicaciones. En consecuencia, la descripción y los dibujos deben ser considerados en un sentido ilustrativo más bien que restrictivo.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Soporte (14) para al menos un cojinete (13) de sección caliente de turbomotor, que incluye un buje central (15) que incorpora un asiento exterior de cojinete para recibir dicho cojinete (13), un segmento anular de cárter (16) alrededor del buje central (15) y una pluralidad de brazos radiales (17) que unen dicho buje central (15) a dicho segmento anular de cárter (16) e inclinados en dirección axial y en dirección tangencial caracterizado por que dichos brazos radiales (17) están integrados con el buje central (15) y el segmento anular de cárter (16) en una sola pieza unitaria.
- 10 2. Soporte (14) según la reivindicación 1, que incluye, además, al menos una brida de fijación (18) sobre un extremo axial de dicho segmento anular de cárter (16), estando cada brazo radial (17) inclinado axialmente, a partir de una raíz sobre dicho segmento anular de cárter (16), en dirección del extremo axial que presenta la brida de fijación (18).
- 15 3. Soporte (14) según la reivindicación 2, en el que dicha brida de fijación (18) está recortada enfrente de la raíz de cada brazo radial (17) sobre dicho segmento anular de cárter (16).
- 20 4. Soporte (14) según una cualquiera de las reivindicaciones 2 o 3, en el que dicha brida de fijación (18) presenta al menos un elemento de encaje positivo (31) para la absorción de esfuerzos en un plano perpendicular a un eje central del cojinete.
- 25 5. Soporte (14) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el buje central (15) incluye un anillo exterior (32) en el que están situadas raíces de los brazos radiales (17), un anillo interior (33) que forma dicho asiento exterior, y una pared cónica (34) que une dichos anillos exterior e interior del buje central (15).
- 30 6. Soporte (14) según la reivindicación 5, en el que dicha pared cónica (34) presenta nervaduras radiales (35).
- 35 7. Soporte (14) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que dichos brazos radiales (17) presentan un ángulo de inclinación tangencial β no superior a 70° .
- 40 8. Soporte (14) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que dichos brazos radiales (17) presentan un ángulo de inclinación axial α no superior a 45° .
- 45 9. Soporte (14) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que dichos brazos radiales (17) tienen cada uno de ellos tener un perfil aerodinámico con una desviación angular con respecto a una dirección axial.
- 50 10. Soporte (14) según la reivindicación 5, en el que dichos perfiles aerodinámicos presentan un ángulo de desviación γ no superior a 30° .
- 55 11. Turbomotor (1) que incluye al menos un soporte (14) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes.
12. Turbomotor (1) según la reivindicación 11, en el que dicho soporte (14) está situado adyacente aguas abajo de un rotor de turbina del turbomotor (1) y dichos brazos radiales (17) están inclinados axialmente en dirección aguas arriba a partir de dicho segmento anular de cárter (16).
13. Turbomotor (1) según la reivindicación 12, en el que dicho soporte (14) incluye una brida de fijación (18) situada sobre un extremo axial aguas arriba de dicho segmento anular de cárter (16).
14. Turbomotor (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, incluye al menos un compresor (4, 5), una cámara de combustión (6), una primera turbina de gas de combustión (7) acoplada en rotación al al menos un compresor (4, 5) por un primer árbol rotativo (8), y una segunda turbina de gas de combustión (9) acoplada en rotación a una salida de potencia por un segundo árbol rotativo (10), y en el cual dicho soporte unitario (14) sostiene al menos un cojinete (13) de dicho segundo árbol rotativo (10).



