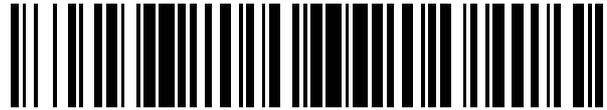


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 546 992**

51 Int. Cl.:

F01D 5/16 (2006.01)

F01D 5/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.10.2012** **E 12189768 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2015** **EP 2725193**

54 Título: **Método para desintonizar los álabes de un motor de turbina de gas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.09.2015

73 Titular/es:

MTU AERO ENGINES AG (100.0%)
Dachauer Strasse 665
80995 München, DE

72 Inventor/es:

SCHÖNENBORN, HARALD

74 Agente/Representante:

COBO DE LA TORRE, María Victoria

ES 2 546 992 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

Método para desintonizar los álabes de un motor de turbina de gas

5 (0001) La invención presente hace referencia a una turbina de gas.

(0002) En álabes de turbinas de gas puede surgir durante el funcionamiento la así denominada vibración de álabes mediante efectos aeroelásticos.

10 (0003) El documento US 2,916,258 propone aquí una disposición de álabes desintonizada con álabes, que presentan todos distintas masas y con ello frecuencias propias. Para la variación de las masas, los álabes pueden estar conformados como álabes monobloque con distintos espesores de perfil o como álabes huecos, que presentan respectivamente un espacio hueco central, siendo los espacios huecos de los distintos álabes distintos en tamaño.

15 (0004) El documento US 6,042,338 A propone una disposición de álabes con primeros y segundos álabes, presentando los primeros álabes, cada uno, una primera escotadura y los segundos álabes, cada uno, una segunda escotadura distinta a la anterior.

20 (0005) El documento US 2002/0064458 A1 propone una disposición de álabes con primeros y segundos álabes, presentando los primeros y los segundos álabes distintos espesores. Presentan longitudes de cuerda, ángulos de cimbreo o formas de perfil, para variar su modalidad de vibración.

25 (0006) El documento US 4,097,192 propone una disposición de álabes con primeros y segundos álabes, presentando los primeros álabes, cada uno, una escotadura en la punta del álabe y los segundos álabe presentan puntas de álabe sin escotaduras.

(0007) Es objetivo de la presente invención poner a disposición una turbina de gas mejorada, especialmente, que reduzca la vibración de álabes en una turbina de gas.

30 (0008) Este objetivo se cumple mediante una turbina de gas con las características de la reivindicación 1ª. Otras configuraciones ventajosas son objeto de las reivindicaciones siguientes.

35 (0009) Una turbina de gas según un aspecto de la presente invención presenta una disposición de grados con uno o varios grados, que presenta primeros álabes y segundos álabes dispuestos alternadamente, respectivamente, en la dirección del perímetro.

40 (0010) Uno o varios de estos grados pueden ser grados de turbina para la expansión de gas, especialmente, uno de estos grados puede ser un grado de turbina de alta presión o de baja presión. Adicionalmente o alternativamente, uno o varios de estos grados pueden ser grados de compresión de gas para comprimir el gas, especialmente, uno de estos grados puede ser un grado de compresión de alta presión o de baja presión.

45 (0011) Los primeros y segundos álabes pueden ser, especialmente, álabes de rodete fijados al rotor y/o, especialmente, álabes directores fijados al estator o a la carcasa. Una turbina de gas, según la invención presente, puede presentar, especialmente, un grado de turbina (de alta o baja presión) con primeros y segundos álabes de rodete de turbina. Adicionalmente o alternativamente, éste u otro grado de turbina (de alta o baja presión) puede presentar primeros y segundos álabes director de turbina. Adicionalmente o alternativamente, una turbina de gas puede presentar, según la presente invención, un grado de compresión (de alta o baja presión) con álabes de rodete de compresión primeros y segundos. Adicionalmente o alternativamente, éste u otro grado de compresión (de alta o baja presión) puede presentar primeros y segundos álabes director de compresión.

50 (0012) Uno o varios de estos grados presentan primeros y segundos álabes. En una ejecución, uno o varios de estos grados consisten en primeros y segundos álabes, o bien, no presentan terceros álabes con una disposición del espacio hueco distinta de ésta. Bajo el concepto de primeros y segundos álabes, dispuestos alternadamente, se entiende una disposición correspondiente, en la que cada primer álabe está contiguo a ambos lados directamente a un segundo álabe y cada segundo álabe está contiguo a ambos lados directamente a un primer álabe, dado el caso, excepto un par de álabes de primeros o segundos álabes directamente contiguo en un número impar de álabes en total del grado. Una disposición de álabe con sólo dos tipos de álabes dispuestos alternadamente en un grado ha demostrado sorprendentemente ser especialmente ventajoso, especialmente, para reducir la vibración del álabe.

60 (0013) En otra configuración, para reducir una vibración del álabe aun más, las disposiciones de álabes de rodete de distintas turbinas y/o grados de compresión contiguos, o contiguos al menos mediante otro grado, y/o disposiciones de álabe director de grados de turbinas y/o grados de compresión distintos, especialmente contiguos, o contiguos mediante al menos otro grado, pueden presentar respectivamente primeros y segundos álabes dispuestos alternadamente.

65 (0014) Los primeros álabes (director y/o de rodete) presentan respectivamente una primera disposición de espacio hueco y los segundos álabes (director y/o de rodete) presentan respectivamente una segunda disposición de espacio hueco distinta de la anterior.

(0015) Mediante las distintas disposiciones de espacio hueco en álabes contiguos, dispuestos alternadamente, pueden variar especialmente sus distribuciones de rigidez y/o de masa, y con ello, especialmente, sus formas propias o formas de vibración, y pueden ser desintonizadas una contra otra, especialmente teniendo igual masa total de un álabe. Especialmente, los primeros y segundos álabes, en una ejecución, pueden presentar, al menos en general, igual o similar frecuencia propia, distintas formas propias, de manera que los fallos de presión inducidos por los álabes vibrantes son distintos y se extienden en la corriente de distinto modo.

(0016) Adicionalmente o alternativamente, sus frecuencias propias también pueden variar y desintonizarse unas contra otras. En una ejecución, especialmente una primera frecuencia propia, especialmente la primera frecuencia propia de flexión, de los primeros álabes pueden diferir en al menos un 2%, especialmente en al menos un 3% de una primera frecuencia propia, especialmente de la primera frecuencia propia de flexión, del segundo álabe. Adicionalmente o alternativamente, esta primera frecuencia propia del primer álabe, en una ejecución, puede diferir en máximo 9%, especialmente en máximo 8% de esta primera frecuencia propia del segundo álabe. Una disposición de álabe con semejantes diferencias de frecuencia propia en un grado ha demostrado ser sorprendentemente especialmente beneficioso, especialmente, para reducir la vibración del álabe.

(0017) La primera y segunda disposición de espacio hueco se diferencian, conforme a la invención, en el número de espacios huecos. Especialmente, la (primera/segunda) disposición de espacio hueco puede presentar uno o dos espacios huecos. La otra (segunda/primera) disposición de espacio hueco puede presentar en una ejecución, especialmente, uno o más espacios huecos, que la (primera/segunda) disposición de espacio hueco, especialmente, dos espacios huecos, mientras que la (primera/segunda) disposición de espacio hueco presenta un espacio hueco, o tres espacios huecos, mientras que la (primera/segunda) disposición de espacio hueco presenta dos espacios huecos. El ó los espacios huecos pueden extenderse, especialmente, al menos en general, paralelamente a un eje de apilado del respectivo álabe. Dos o más espacios huecos de una disposición de espacio hueco pueden comunicarse entre sí en una longitud limitada radial, especialmente en un extremo de la punta del álabe y/o cercano al pie del álabe de los espacios huecos. Un espacio hueco en el sentido de la presente invención está definido, especialmente, en al menos un corte de ejecución o corte a una altura radial de un álabe mediante un contorno de perímetro cerrado y diferenciado de uno o varios otros espacios huecos de este álabe, que entonces en el sentido de la presente invención presenta correspondientemente varios espacios huecos.

(0018) La primera y segunda disposición de espacio hueco pueden presentar, en una ejecución, al menos en general, el mismo volumen. En una ejecución, especialmente, la suma de las superficies de corte ó la superficie de corte total de todos los espacios huecos de la primera disposición de espacio hueco en todos los cortes de ejecución o cortes en todas las alturas radiales de un álabe puede corresponder a la suma de las superficies de corte o de la superficie de corte total de todos los espacios huecos de la segunda disposición de espacio hueco en estos cortes de ejecución, al menos, en general. Los mismos volúmenes, sin embargo, pueden estar configurados también mediante espacios huecos con distintas superficies de corte o contornos en al menos un corte de ejecución, mientras que los espacios huecos presentan distintas extensiones en dirección longitudinal o dirección de apilado del álabe y/o la diferencia de superficies de corte se compensa en otra altura radial.

(0019) Adicionalmente o alternativamente, el primer y segundo álabe pueden presentar, al menos, en general, el mismo peso, pudiéndose realizar esto especialmente mediante los volúmenes totales iguales mencionados anteriormente, y con ello, mediante la misma escasez de material macizo, igualmente, sin embargo, también al menos, por secciones, mediante distintos materiales de álabe.

(0020) Dos espacios huecos de una disposición de espacio hueco pueden presentar distintas formas, especialmente, en al menos, un corte de ejecución, o bien, un corte a una altura radial de un álabe de contornos no congruentes. Adicionalmente o alternativamente, un espacio hueco de una (primera/segunda) disposición de espacio hueco y un correspondiente espacio hueco de la otra (primera/segunda) disposición de espacio hueco en su posición relativa respecto al álabe pueden presentar una forma distinta, especialmente en al menos un corte de ejecución o bien, un corte en una altura radial de un álabe de contornos no congruentes. En general, los espacios huecos del siguiente borde delantero de la primera disposición de espacio hueco y los espacios huecos del siguiente borde trasero de la primera disposición de espacio hueco y/o los espacios huecos del siguiente borde delantero de la segunda disposición de espacio hueco pueden presentar distintas formas.

(0021) Los primeros y segundos álabes pueden en una ejecución estar unidos el uno con el otro de forma integral, especialmente pueden estar formadas de forma primaria o remodeladas o selladas. Especialmente, los primeros y segundos álabes pueden formar un así llamado Blik (“Blade Integrated Disk”).

(0022) Las primeras y/o segundas disposiciones de espacio hueco, en una ejecución, pueden ser o estar conformadas de forma primaria con los respectivos álabes. Especialmente, los álabes pueden ser fundidos y las disposiciones de espacio hueco ser definidas por núcleos. En una ejecución, los álabes primeros y/o segundos son o están producidos generativamente, especialmente solidificando material por capas localmente, especialmente, ópticamente, térmicamente y/o químicamente. A través de esto pueden ser o estar producidas beneficiosamente también disposiciones de espacio hueco más complejas, especialmente, cerradas herméticamente.

(0023) Igualmente, las primeras y/o segundas disposiciones de espacio hueco pueden también ser o estar producidas después de una configuración primaria de los álabes, especialmente reductora del material y/o destructora del material, preferiblemente por mecanizado o evaporación.

5 (0024) En una ejecución, las disposiciones de espacio hueco, especialmente su forma, disposición dentro de los álabes y/o su volumen, son o están coordinadas para una reducción de la vibración del álabe frente a un grado con al menos dos álabes contiguos con la primera o segunda disposición de espacio hueco. Esto puede ocurrir especialmente de forma simulada y/o experimental.

10 (0025) Otras ventajas y características resultan de las siguientes reivindicaciones y del ejemplo de ejecución. Se muestra, parcialmente esquematizada, la única:

Fig. 1 una parte de un grado con primeros y segundos álabes, dispuestos alternadamente en dirección del perímetro, de una turbina de gas según una ejecución de la presente invención.

15 (0026) La Fig. 1 muestra un corte de ejecución, o bien, un corte a una altura constante radial de un grado de una turbina de gas según una ejecución de la invención presente. El grado puede ser, especialmente, un grado de turbina o un grado de compresión.

20 (0027) El grado presenta en dirección del perímetro (vertical en la Fig. 1) primeros álabes (12) y segundos álabes (10) dispuestos alternadamente, cuyo contorno exterior, al menos en general, es igual. Los álabes (10, 12) pueden ser especialmente, álabes de rodete fijados al rotor o álabes directores fijados al estator o a la carcasa.

25 (0028) Los segundos álabes (10) presentan respectivamente una segunda disposición de espacio hueco con un espacio hueco (20) cada uno, que es paralelo a un eje de apilado del álabe (10), especialmente, que puede estar alineado con éste.

(0029) Los primeros álabes (12) presentan respectivamente una primera disposición de espacio hueco distinta de aquélla. La primera disposición de espacio hueco consiste en dos espacios huecos (21A, 21B), que en el corte de la Fig. 1 están separados el uno del otro. En un corte a otra altura radial pueden comunicarse entre sí en una ejecución. Igualmente, también pueden estar cerrados, especialmente, cuando en una ejecución, los álabes se producen de forma generativa, de manera que la primera y segunda disposiciones de espacio hueco es conformada de forma primaria con los álabes.

30 (0030) La primera y segunda disposición de espacio hueco presenta un número distinto de espacios huecos. Igualmente, la primera y segunda disposición de espacio hueco presentan, al menos en general, el mismo volumen. Especialmente, presentan en el corte de la Fig. 1 la misma superficie de corte total, es decir, la superficie de corte del espacio hueco (20) corresponde, al menos en general, a la suma de las superficies de corte de los espacios huecos (21A, 21B), correspondiendo la extensión de los espacios huecos (20, 21A, 21B) en dirección radial (vertical respecto a la superficie de la imagen de la Fig. 1) unos a otros, igualmente, al menos en general. Igualmente, en una ejecución, los espacios huecos de la primera y segunda disposición de espacio hueco pueden presentar también, al menos, en un corte de ejecución, distintas superficies totales. Esto puede compensarse en otros cortes de ejecución y/o mediante la extensión radial de los espacios huecos, para al menos, en general, conformar iguales volúmenes de la primera y segunda disposición de espacio hueco.

45 (0031) Habida cuenta que los primeros y segundos álabes se corresponden entre sí, por lo demás, estructuralmente, especialmente en su contorno exterior y en su material, presentan, al menos en general, el mismo peso.

50 (0032) Se reconoce en la Fig. 1 además, que el espacio hueco (21A) del siguiente borde delantero de la primera disposición de espacio hueco y el espacio hueco (21B) del siguiente borde trasero de la primera disposición de espacio hueco presentan una forma distinta. Igualmente, el espacio hueco (21A) del siguiente borde delantero de la primera disposición de espacio hueco y el espacio hueco (20) del siguiente borde delantero de la segunda disposición de espacio hueco presentan una forma distinta.

55 (0033) Las disposiciones de espacio hueco están coordinadas para una reducción de la vibración de álabes frente a un grado con al menos dos álabes contiguos con la primera o segunda disposición de espacio hueco. De esto difiere la primera frecuencia propia de flexión del primer álabe (12) en un 5% de la primera frecuencia propia de flexión del segundo álabe (10).

60 Lista de referencias

(0034)

65 10 segundos álabes
12 primeros álabes
20 segundo espacio hueco
21A, 21B primer espacio hueco

REIVINDICACIONES

- 1^a.- Turbina de gas con una disposición de grados con al menos un grado con primeros y segundos álabes (12, 10) dispuestos alternadamente en dirección del perímetro, presentando respectivamente, los primeros álabes (12),
5 respectivamente, una primera disposición de espacio hueco y los segundos álabes (10), respectivamente, una segunda disposición de espacio hueco distinta de la anterior, que se caracteriza por que la primera y segunda disposición de espacio hueco presentan un número distinto de espacios huecos (21A, 21B; 20).
- 2^a.- Turbina de gas según la reivindicación 1^a, que se caracteriza por que la disposición de grados es una
10 disposición de grados de turbina para expandir gas o una disposición de grados de compresión para comprimir gas.
- 3^a.- Turbina de gas según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que los primeros y segundos álabes (12, 10) son álabes de rodete o álabes directores.
- 4^a.- Turbina de gas según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que una primera frecuencia
15 propia del primer álabe (12) difiere en al menos un 2%, especialmente al menos un 3%, y/o como máximo un 9%, especialmente como máximo un 8% de una primera frecuencia propia de los segundos álabes (10).
- 5^a.- Turbina de gas según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que la primera y segunda
20 disposición de espacio hueco, al menos en general, presenta el mismo volumen.
- 6^a.- Turbina de gas según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que los primeros y segundos álabes, al menos en general, presentan el mismo peso.
- 7^a.- Turbina de gas según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que espacios huecos (21 A)
25 del siguiente borde delantero de una, especialmente, primera, disposición de espacio hueco y espacios huecos (21 B) del siguiente borde trasero de la misma disposición de espacio hueco y/o espacios huecos (20) del siguiente borde delantero de la otra, especialmente, segunda disposición de espacio hueco presentan una forma distinta.
- 8^a.- Turbina de gas según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que los primeros y
30 segundos álabes unidos entre sí de forma integral, son producidos, especialmente, de forma generativa.
- 9^a.-Turbina de gas según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que las primeras y/o
35 segundas disposiciones de espacio hueco se conforman de forma primaria con los álabes o se producen después de una conformación primaria de los álabes.

Fig. 1

