

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 260**

51 Int. Cl.:

F01D 21/04 (2006.01)

F01D 25/24 (2006.01)

F01D 17/02 (2006.01)

F02C 7/05 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.08.2014** **E 14179664 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.03.2017** **EP 2846005**

54 Título: **Dispositivo para la absorción de energía, turbomáquina y procedimiento de absorción de energía**

30 Prioridad:

03.09.2013 DE 102013217503

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

03.07.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SASSE, STEFAN y
SCHINKO, NORBERT**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 621 260 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

Dispositivo para la absorción de energía, turbomáquina y procedimiento de absorción de energía

5 La invención se refiere a un dispositivo para la obtención de una capacidad de contención según el preámbulo de la reivindicación 1, una turbomáquina con un dispositivo de este tipo, así como un procedimiento para la obtención de una capacidad de contención. Por ejemplo, por el documento DE 43 44 650 C1 se conoce un dispositivo genérico, aunque este no se orienta explícitamente a la obtención de la capacidad de contención.

10 La carcasa de turbina de turbomáquinas de alta velocidad, como turbinas de gas y en particular motores de avión, presentan convencionalmente un gran espesor de pared para mantener el álabe o el fragmento de álabe en el interior de la turbina después de una pérdida de álabe o una pérdida de fragmento de álabe. Para evitar un debilitamiento de la carcasa de turbina o para conseguir una denominada "capacidad de contención" de la carcasa de turbina, por ello se evitan habitualmente los agujeros o aberturas en la carcasa de turbina en la zona de álabes móviles. No obstante, si están presentes, por ejemplo, dispositivos para el mantenimiento de hendidura o para la medición de hendidura de una hendidura radial entre una serie de álabes móviles y una sección de carcasa que rodea el álabe móvil, entonces no se pueden evitar las aberturas para el posicionamiento de correspondientemente
15 elementos como sensores, sondas y similares. En el caso de choque sobre un elemento rígido de este tipo, la energía cinética del álabe o del fragmento de álabe se le transmite completamente al elemento que de nuevo entrega la energía a su fijación en el lado de carcasa. No obstante, la elevada densidad de energía conduce a un fallo incontrolado de la fijación del elemento y, por consiguiente, a una separación del elemento de la sección de carcasa, lo que conduce a una pérdida de la "capacidad de contención".

20 En el documento US 5,203,673 A se describe un dispositivo para el mantenimiento de hendidura de una hendidura radial entre una etapa de rotor de una turbomáquina con álabes móviles que acaban cónicamente en el lado de punta de una serie de álabes móviles de la etapa de rotor y una sección de carcasa cónica que rodea la serie de álabes móviles. La sección de carcasa se puede desplazar axialmente, de modo que la hendidura radial se puede aumentar o reducir debido a un desplazamiento axial. Para la detección de la hendidura radial y para la excitación de un actuador, en la sección de carcasa está previsto al menos un sensor que está insertado de forma fija en una
25 abertura radial. En el lado de hendidura el al menos un sensor termina de forma alineada con la sección de carcasa.

30 Por el documento EP 1 754 861 A2 se conoce un dispositivo para la detección de una hendidura radial entre una serie de álabes móviles de una etapa de rotor y una sección de carcasa que rodea la serie de álabes móviles. El dispositivo presenta al menos un sensor, que está insertado en una abertura en el lado de carcasa y en el lado de hendidura está retraído respecto a la sección de carcasa en la abertura. El sensor está fijado en un inserto que está atornillado de forma directa o indirecta con la sección de carcasa.

35 Por el documento US 2010/0313404 A1 se conoce igualmente un dispositivo para el mantenimiento de hendidura de una hendidura radial entre una serie de álabes móviles de una etapa de rotor y una sección de carcasa que rodea la serie de álabes móviles. El dispositivo tiene un actuador basado en presión, mediante el que la sección de carcasa se puede conducir radialmente hacia dentro y hacia fuera.

40 En el documento EP 1 073 828 A1 se conoce un dispositivo para la absorción de la energía de impacto de un álabe móvil o de un fragmento de álabe móvil de una turbomáquina. El dispositivo presenta un sistema de anillos que rodea la serie de álabes móviles formado por un anillo exterior rígido y un anillo interior deformable plásticamente. Entre los anillos está dispuesta una chapa de deformación. En el caso de impacto se deforma el anillo interior, que entrega su deformación al menos parcialmente a la chapa de deformación. A este respecto, el anillo exterior rígido mantiene en posición el anillo interior y la chapa de deformación.

Además, debe remitirse asimismo, en aras de facilitar una información completa, también a los documentos EP 2 495 400 A2, EP 0 927 815 A2 y US 4 324 144 A.

45 El objetivo de la invención es crear un dispositivo y un procedimiento, mediante el que se conserve una capacidad de contención de una carcasa de una turbomáquina en el caso de un choque de al menos un fragmento de álabe sobre un elemento en el lado de carcasa, dispuesto opuesto a una serie de álabes móviles. Además, el objetivo de la invención es crear una turbomáquina con una elevada capacidad de contención.

50 Este objetivo se resuelve mediante un dispositivo con las características de la reivindicación 1, mediante una turbomáquina con las reivindicaciones de la reivindicación 4, así como mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 10.

55 Un dispositivo según la invención para la obtención de una capacidad de contención comprende un dispositivo para la absorción de una energía de impacto de al menos un fragmento de álabe que actúa sobre un elemento, insertándose el elemento en una abertura de una turbomáquina que atraviesa radialmente una sección de carcasa en la zona de una serie de álabes móviles, tiene una sujeción para el mantenimiento del elemento en una posición de consigna, que libera el elemento a partir de una sollicitación máxima preajustada, y una jaula posterior para el aseguramiento del elemento en el caso de un desplazamiento orientado radialmente hacia fuera.

5 El dispositivo según la invención posibilita una degradación de la energía de impacto en la zona de una abertura y, por consiguiente, en la zona de carcasa crítica en la contención. Dado que el elemento está montado de forma móvil en una jaula en la dirección radial, en combinación con la sujeción que se abre a partir de una sollicitación máxima se reduce el aporte de energía sobre el elemento. A este respecto, la jaula asegura el elemento sobre o en la zona de la sección de carcasa, de modo que se impide básicamente una separación del elemento de la sección de carcasa.

La sollicitación máxima de la sujeción se puede ajustar o predeterminar de forma exacta ya que la sujeción presenta según la invención al menos un punto de rotura de consigna.

10 Preferiblemente, la jaula delimita un espacio de desplazamiento que cierra respecto al entorno de la carcasa o entorno exterior. De este modo se impide que en el caso de un impacto una corriente parcial de un flujo primario que atraviesa la turbomáquina salga a través de la abertura al entorno exterior. Además, se impide que los fragmentos de álabe o fragmentos de elemento salgan a través de la abertura al entorno exterior.

Para la especificación de una distancia de desplazamiento máxima, la jaula tiene una delimitación posterior para el tope del elemento, por lo que se puede reducir aún más la energía que actúa sobre el elemento.

15 Una turbomáquina según la invención tiene al menos un dispositivo según la invención y se destaca de este modo por una elevada capacidad de contención. Preferiblemente, la turbomáquina es una turbina de gas y en particular un motor de avión.

20 Cuando el elemento atraviesa la abertura con una sección y, por consiguiente, sobresale radialmente hacia dentro de la abertura con una sección, es ventajoso que el elemento se pueda desplazar en la jaula en una distancia radial que sea mayor que un voladizo interior radial del elemento desde la abertura. Gracias a esta medida, se garantiza que el elemento se pueda empujar completamente en la abertura durante el impacto o sumergirse en esta.

25 Para mantener el elemento después del impacto en la abertura, es ventajoso que el elemento esté recibido en su posición de consigna con una sección en la abertura, cuya extensión en la dirección axial del elemento sea mayor que la distancia de desplazamiento. Debido al mantenimiento del elemento con una sección en la abertura, se produce una obturación del espacio de desplazamiento, por lo que se impide una penetración de una corriente parcial del flujo primario también después del impacto. En un ejemplo de realización alternativo, la extensión axial de la sección recibida en la abertura es menor que la distancia de desplazamiento o igual a la distancia de desplazamiento.

30 Preferiblemente, la jaula está espaciada lateralmente del elemento con una pared periférica. De este modo se evita una obstrucción del elemento en la jaula durante el desplazamiento y por consiguiente, por ejemplo, en el caso en donde el elemento sobresalga radialmente hacia dentro de la abertura con una sección, garantiza un empuje hacia atrás completo del elemento en la abertura.

El montaje, desmontaje y mantenimiento del elemento y su sujeción se puede simplificar cuando la jaula está fijada mediante una sección de fijación de forma separable en una sección de apoyo que rodea posteriormente la abertura.

35 La posición de consigna del elemento se puede predeterminar de forma exacta cuando el elemento tiene una brida para el contacto con la sección de apoyo en la dirección axial del elemento. Preferiblemente, la sujeción fija el elemento en la sección de apoyo. En particular el elemento se presiona mediante la sujeción radialmente contra la sección de apoyo. Una sujeción de este tipo se puede realizar de forma sencilla técnicamente. Evidentemente, también se pueden plantear otras sujeciones, como por ejemplo, anillos de seguridad que están insertados en ranuras periféricas del elemento y de la sección de apoyo y al sobrepasarse la sollicitación máxima liberan el elemento.

40 En un procedimiento según la invención según la reivindicación 10, en el caso del impacto del al menos un fragmento de álabe se absorbe una primera cantidad de energía parcial por el elemento y al sobrepasarse una sollicitación máxima preajustada se absorbe una segunda cantidad de energía parcial mediante un movimiento radial del elemento hacia fuera y/o mediante encallamiento sobre una delimitación posterior de la jaula.

45 El procedimiento según la invención garantiza en el caso de una pérdida de álabe o una pérdida de fragmento de álabe la obtención de una capacidad de contención de la sección de carcasa y, por consiguiente, de la turbomáquina. Una cantidad de energía restante se absorbe mediante un impacto del al menos un fragmento de álabe sobre una zona de la sección de carcasa. El valor del aporte de energía al elemento depende entre otros de la relación de peso entre el al menos un fragmento de álabe y el elemento. Cuanto más ligero es el elemento en comparación a la masa del al menos un fragmento de álabe, tanto menor es la cantidad de energía introducida en el elemento. La cantidad de energía introducida se reduce al tener en cuenta las influencias por fricción o en caso de comienzo de un choque con una fracción que plastifica. Un choque elástico ideal representa el caso más conservador. Al quedar por debajo de una cantidad de energía determinada, introducida en el elemento o al quedar por debajo de la sollicitación máxima de la sujeción, que se puede ajustar mediante las relaciones de masas de los parámetros de choque, el impacto ya no conduce a la destrucción de la sujeción.

Otros ejemplos de realización ventajosos de la invención son objeto de otras reivindicaciones dependientes.

A continuación se explican más en detalle ejemplos de realización preferidos de la invención mediante representaciones esquemáticas fuertemente simplificadas. La única figura 1 muestra un ejemplo de realización de un dispositivo según la invención en sección longitudinal.

5 En la descripción siguiente de un dispositivo 1 según la invención a modo de ejemplo, la indicación de dirección "radial" se refiere a un eje longitudinal de la máquina o eje de rotor de una turbomáquina que recibe el dispositivo 1. Un elemento 2 descrito a continuación todavía más en detalle del dispositivo 1 tiene un eje longitudinal que discurre radialmente u ortogonalmente respecto al eje longitudinal de la máquina.

10 En la única figura 1 se muestra un dispositivo 1 según la invención para la absorción de una energía de impacto, que actúa sobre un elemento 2, de un fragmento de álabe o de un álabe de una serie de álabes móviles 4 de una turbomáquina. El elemento 2 rígido es un sensor o una sonda para la medición de hendidura de una hendidura entre la serie de álabes móviles 4 y una sección de carcasa 6 que rodea la serie de álabes móviles que delimita radialmente un canal de flujo 8 de un flujo primario en la zona de la serie de álabes móviles 4. Preferiblemente, está prevista una multiplicidad de dispositivos 1 de este tipo que están espaciados entre sí de forma uniforme en la dirección circunferencial de la turbomáquina. La turbomáquina es preferiblemente una turbina de gas y en particular un motor de avión. Preferiblemente, el dispositivo 1 está dispuesto en el lado de turbina en la turbomáquina.

15 El elemento 2 está insertado en una abertura 10 que atraviesa radialmente la sección de carcasa. Este atraviesa la abertura 10 y penetra en el canal de flujo 8 con una sección 12 en un voladizo o una profundidad de inmersión a . Posteriormente, el elemento 2 descansa con una brida 14 axialmente en la dirección de su eje longitudinal en un cuello de apoyo o sección de apoyo 16 que rodea la abertura 10. Para impedir una salida de una corriente parcial del flujo primario fuera del canal de flujo 8 a través de la abertura 10 a lo largo del elemento 2, en contra de la representación, el elemento 2 se recibe de forma estanca, por ejemplo bajo ajuste a presión, en la abertura 10.

20 Para la fijación del elemento 2 en su posición de consigna en el cuello de apoyo 16, el dispositivo 1 presenta una sujeción 18. En el ejemplo de realización aquí mostrado, la sujeción 18 tiene dos secciones de mantenimiento 20a, 20b que se extienden en el lado final sobre el elemento, mediante las que la brida 14 se presiona contra el cuello de apoyo 16. La sujeción 18 está dimensionado de manera que se abre al sobrepasarse una sollicitación máxima que actúa sobre el elemento 2 a causa de un impacto de un álabe o de un fragmento de álabe, por ejemplo, mediante cizallamiento y, por consiguiente, libera el elemento 2 hacia fuera para un desplazamiento radial. Para el ajuste preciso de la sollicitación máxima, la sujeción tiene al menos un punto de rotura de consigna. La sujeción 18 asegura, por consiguiente, el elemento 2 en la sección de apoyo 16 hasta una sollicitación máxima definida.

25 Además, el dispositivo 1 tiene una jaula posterior 22. La jaula está configurada en forma de vaso con una pared periférica 24 preferiblemente cilíndrica y una pared de fondo 26 correspondientemente redonda. La jaula 22 define un espacio de desplazamiento 28 cerrado respecto al entorno exterior para el elemento 2 después de la abertura de la sujeción 18 e impide así una pérdida del elemento 2. Preferiblemente, el elemento 2 está espaciado de la pared periférica 24 con su brida 14. En este ejemplo de realización, el guiado del elemento 2 durante un desplazamiento se realiza, por consiguiente, preferiblemente a través de la abertura 10 o el cuello de apoyo 16 de la abertura 10.

30 La jaula 22 rodea el cuello de apoyo 16 y está fijada en este de forma separable, por ejemplo, mediante una conexión roscada entre el cuello de apoyo 16 y su pared periférica 24, donde el cuello de apoyo 16 está provisto con una rosca exterior y la pared periférica 24 con una rosca interior correspondiente. Una distancia de desplazamiento radial b para el elemento 2 se define mediante la distancia entre la brida 14 y la pared de fondo 26. La pared de fondo 26 actúa como delimitación de desplazamiento para el elemento 2 tras salvar la distancia de desplazamiento b .

35 Como en este ejemplo de realización, para posibilitar una recepción completa del elemento 2 en el caso de un impacto en la abertura 2, la distancia de desplazamiento b es mayor que la profundidad de inmersión a del elemento 2 en el canal de flujo 8, de modo que es válido $a < b$ y preferiblemente $a \ll b$. Para impedir un abandono del elemento 2 de la abertura 10 después de un impacto, el elemento 2 está recibido en su posición de consigna con una sección 30 en la abertura 10, cuya extensión c en la dirección de su eje longitudinal o en la dirección axial del elemento 2 es mayor que la distancia de desplazamiento b , de modo que es válido $c > b$. A este respecto, la extensión c es igual a una extensión de la abertura 10 en la dirección radial. Dado que el elemento 2 permanece con una sección en la abertura 10 después del impacto y el desplazamiento, este también obtura el canal de flujo 8 en la dirección del espacio de desplazamiento 28 después del impacto. Además, son válidas las relaciones de masas $m_2 \ll m_1$, en donde m_2 es la masa del elemento 2 y m_1 es la masa del fragmento de álabe que impacta o el álabe que impacta.

40 A continuación se describe un procedimiento preferido según la invención para la absorción de una energía de impacto del al menos un fragmento de álabe que actúa sobre el elemento 2. El elemento 2 está insertado en la abertura 10 y se sitúa en su posición de consigna, en donde está en contacto con el cuello de apoyo 16 gracias a su brida 14 y con su sección 12 penetra en la profundidad de inmersión a en el canal de flujo 8. El elemento 2 está asegurado mediante la sujeción 18 en su posición de consigna, que ataca posteriormente en el elemento 2 y lo presiona con su brida 14 contra el cuello de apoyo 16. La jaula 22 está enroscada sobre el cuello de apoyo y por ello define la distancia de desplazamiento b .

En el caso de impacto, por ejemplo de un álabe sobre el elemento 2, este se deforma de forma plástica según su rigidez y por ello absorbe una primera cantidad de energía parcial de la energía de impacto. Al sobrepasarse una sollicitación máxima preajustada se abre la sujeción 1 y libera el elemento 2. El elemento 2 realiza un desplazamiento radial hacia fuera y según una segunda cantidad de energía parcial restante tras pasar la distancia de desplazamiento b encalla sobre la pared de fondo 26 de la jaula 22, por lo que se absorbe la segunda cantidad de energía parcial. El elemento 2 se introduce ahora completamente en la abertura 10 y se asegura frente a pérdida debido a la jaula 22 en la sección de carcasa 6. Una cantidad de energía restante de la energía de impacto se absorbe por una zona de la sección de carcasa 6, contra la que se lanza por secciones el álabe móvil junto al choque sobre el elemento 2. La sección de carcasa 6 en sí en la zona de la abertura 10 no se deteriora por esta degradación de energía multietapa, de modo que la sección de carcasa 6 conserva su capacidad de contención.

Un desarrollo de la absorción de energía se puede determinar en particular mediante la relación de masas m_1 respecto a m_2 , la rigidez del elemento 2, la sollicitación máxima de la sujeción 18, un coeficiente de fricción del elemento 2 en la abertura 2, un coeficiente de fricción entre el elemento 2 y la pared periférica 24 de la jaula 22 y la distancia de desplazamiento b .

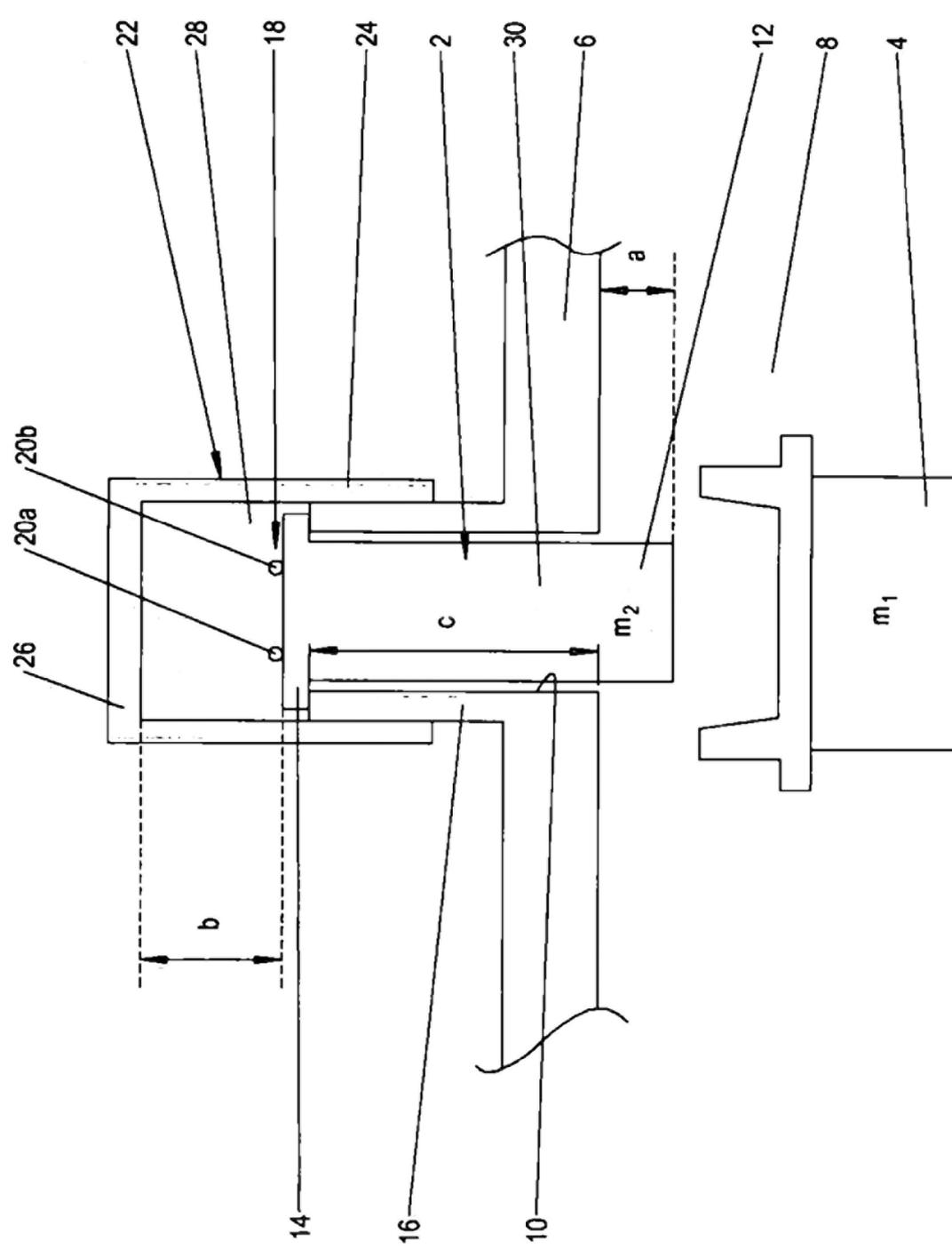
Se describe un dispositivo para la absorción de una energía de impacto de al menos un fragmento de álabe que actúa sobre un elemento, que se inserta en una abertura de una turbomáquina que atraviesa radialmente una sección de carcasa en una zona de una serie de álabes móviles, en donde el dispositivo presenta una sujeción para el mantenimiento del elemento en una posición de consigna, que libera el elemento a partir de una sollicitación máxima preajustada, y tiene una jaula posterior para el aseguramiento del elemento en el caso de un desplazamiento dirigido radialmente hacia fuera, una turbomáquina con un dispositivo de este tipo así como un procedimiento para la absorción de energía multietapa.

Lista de referencias

| | | |
|----|----------|--|
| | 1 | Dispositivo |
| | 2 | Elemento |
| 25 | 4 | Serie de álabes móviles |
| | 6 | Sección de carcasa |
| | 8 | Canal de flujo |
| | 10 | Abertura |
| | 12 | Sección |
| 30 | 14 | Brida |
| | 16 | Sección de apoyo / cuello de apoyo |
| | 18 | Sujeción |
| | 20a, 20b | Sección de mantenimiento |
| | 22 | Jaula |
| 35 | 24 | Pared periférica |
| | 26 | Pared de fondo |
| | 28 | Espacio de desplazamiento |
| | 30 | Sección |
| | a | Voladizo / profundidad de inmersión |
| 40 | b | Distancia de desplazamiento |
| | c | Longitud de una sección de elemento recibida en la abertura en la posición de consigna |
| | m_1 | Masa que impacta |
| | m_2 | Masa de elemento |

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la obtención de una capacidad de contención de una carcasa de una turbomáquina, que comprende:
 - 5 una sección de carcasa (6) de la turbomáquina con una abertura (10) que atraviesa radialmente la sección de carcasa (6) en la zona de una serie de álabes móviles; y
 - un elemento (2) insertado en la abertura (10) en forma de un sensor o de una sonda;
 - 10 caracterizado por un dispositivo (1) para la absorción de una energía de impacto de al menos un fragmento de álabe que actúa sobre el elemento (2), el cual presenta una sujeción (18) para el mantenimiento del elemento (2) en una posición de consigna que presenta al menos un punto de rotura de consigna y libera el elemento (2) a partir de una sollicitación máxima preajustada, y una jaula trasera (22) para el aseguramiento del elemento (2) en el caso de un desplazamiento dirigido radialmente hacia fuera, a fin de impedir una separación del elemento (2) de la sección de carcasa (6).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, en donde la jaula (22) delimita un espacio de desplazamiento (28) cerrado respecto al entorno exterior.
- 15 3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, en donde la jaula (22) tiene una delimitación trasera (26) para el tope del elemento (2).
4. Turbomáquina con al menos un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el elemento (2) se puede desplazar en la jaula (22) en una distancia radial (b) que es mayor que un voladizo (a) del elemento (2) desde la abertura (10).
- 20 5. Turbomáquina según la reivindicación 4, en donde el elemento (2) está recibido en su posición de consigna con una sección (30) en la abertura (10), cuya extensión (c) en dirección axial del elemento (2) es mayor que la distancia de desplazamiento (b).
6. Turbomáquina según la reivindicación 4 o 5, en donde la jaula (22) con su pared periférica (24) está espaciada lateralmente del elemento (2).
- 25 7. Turbomáquina según la reivindicación 4, 5 o 6, en donde la jaula (22) está fijada mediante una sección de fijación (24) de forma separable en una sección de apoyo (16) que rodea posteriormente la abertura (10).
8. Turbomáquina según la reivindicación 7, en donde el elemento (2) tiene una brida (14) para el contacto con la sección de apoyo (16) en la dirección axial del elemento (2).
9. Turbomáquina según la reivindicación 7 u 8, en donde la sujeción (18) fija el elemento (2) en la sección de apoyo (16).
- 30 10. Procedimiento para la obtención de una capacidad de contención de una carcasa de una turbomáquina, usando el dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-4 o la turbomáquina según cualquiera de las reivindicaciones 5-9, en donde en caso del impacto del al menos un fragmento de álabe, el elemento (2) absorbe una primera cantidad de energía parcial y al sobrepasarse una sollicitación máxima preajustada se absorbe una segunda cantidad de energía parcial mediante un movimiento radial del elemento (2) hacia fuera y/o mediante encallamiento sobre una delimitación posterior (26) de la jaula (22).
- 35



1

Fig. 1