

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 654 095**

51 Int. Cl.:

F02C 7/26 (2006.01)

F02C 7/268 (2006.01)

F02C 7/275 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.09.2014** **PCT/FR2014/052238**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.03.2015** **WO15036694**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2014** **E 14784271 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2017** **EP 3044445**

54 Título: **Vigilancia de un grado de coquización a nivel de juntas dinámicas por el arrancador**

30 Prioridad:

13.09.2013 FR 1358857

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.02.2018

73 Titular/es:

SAFRAN HELICOPTER ENGINES (100.0%)
64510 Bordes, FR

72 Inventor/es:

DEBBOUZ, NADIR CHRISTIAN;
FAUPIN, FRANÇOIS XAVIER MARIE y
LAMAZERE, FABIEN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 654 095 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

Vigilancia de un grado de coquización a nivel de juntas dinámicas por el arrancador

Ámbito de la invención

- 5 El ámbito de la invención es el de la vigilancia del grado de coquización a nivel de juntas dinámicas en una turbomáquina, y el de las turbomáquinas equipadas con sistemas que permiten la citada vigilancia.

Estado de la técnica

En referencia a la figura 1a, ciertas turbomáquinas 1, como por ejemplo los turbomotores comprenden un generador de gas 10 que comprende un árbol giratorio 11 sobre el cual está montada una rueda de inyección 12, que por lo tanto es a su vez giratoria

- 10 La rueda de inyección presenta una pluralidad de orificios que desembocan en una cámara de combustión 30. De este modo la rueda de inyección, durante su rotación, pulveriza carburante por centrifugación en la cámara de combustión.

En referencia a la figura 1b, la turbomáquina comprende igualmente una rampa de inyección 20, que es una pieza fija de revolución montada alrededor del árbol 11 del generador de gas 10.

- 15 La rampa de inyección encamina carburante hasta la rueda de inyección. El carburante circula en un conducto interno 21 de la rampa de inyección, y desemboca en una cavidad 22 antes de penetrar en la rueda de inyección.

Para asegurar la estanqueidad entre la rueda de inyección y la rampa, están previstas una pluralidad de juntas dinámicas tales como juntas laberínticas (23).

- 20 Ahora bien, ocurre frecuentemente que en las gargantas de estas juntas se forma cok, provocando por ello la aparición de rozamientos entre la rueda de inyección y la rampa de inyección. Los rozamientos pueden agravarse hasta provocar el bloqueo completo del árbol del generador de gas; entonces no es posible arrancar el motor.

- 25 En el caso de dificultades de arranque, los operarios realizan operaciones de búsqueda de averías descritas en un manual de mantenimiento de la turbomáquina. Estas búsquedas son generalmente largas y poco eficaces, puesto que hay que pasar un tiempo a veces importante antes de detectar la causa de las dificultades de arranque, en este caso una coquización a nivel de las juntas dinámicas (en efecto, son posibles otras numerosas causas).

Además, estas operaciones de búsqueda implican una indisponibilidad imprevista de la turbomáquina, y por tanto de la aeronave en la cual la misma está instalada, las cuales además pueden necesitar anular una o varias misiones de vuelo previstas. Estas operaciones representan pues un coste importante.

- 30 La solicitud US-2007/084214 propone por ejemplo un procedimiento y un sistema para arrancar una turbomáquina en el cual se determina la corriente que atraviesa el arrancador en función de la temperatura del aceite de motor y de la velocidad de rotación para prevenir un ensayo fallido de arranque del motor.

No se ha propuesto todavía ningún método alternativo que permita anticipar el bloqueo del árbol del generador de gas a causa de la coquización a nivel de las juntas dinámicas, y que así permita evitar las operaciones de búsqueda de avería.

- 35 Existe por tanto una necesidad de un procedimiento de vigilancia de un grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas.

Presentación de la invención

La invención tiene por objetivo remediar el problema presentado anteriormente, proponiendo un procedimiento de vigilancia de un grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas de una turbomáquina.

- 40 Otro objetivo de la invención es poder vigilar este grado de coquización durante la utilización de la turbomáquina, sin imponer indisponibilidad de la turbomáquina.

A este respecto, la invención tiene por objeto un procedimiento de vigilancia de un grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas de una turbomáquina que comprende:

- 45
- un generador de gas, que comprende un árbol giratorio y una rueda de inyección montada sobre el citado árbol, estando la rueda adaptada para pulverizar carburante por centrifugación,
 - una rampa de inyección, adaptada para encaminar carburante hasta la rueda de inyección,
 - juntas dinámicas adaptadas para asegurar una estanqueidad entre la rueda de inyección y la rampa de inyección, y

- un arrancador, adaptado para arrastrar en rotación el árbol del generador de gas durante una fase de arranque de la turbomáquina,

estando caracterizado el procedimiento por que el mismo comprende las etapas consistentes en:

- 5
 - medir, en el transcurso de una fase de inicio de la rotación del árbol de generador de gas por el arrancador durante el arranque de la turbomáquina, una corriente que atraviesa el arrancador y una tensión en los bornes del arrancador,
 - determinar, a partir de la corriente y de la tensión medidas, un grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas.

10 Ventajosamente, pero facultativamente, el procedimiento de acuerdo con la invención puede comprender además al menos una de las características siguientes:

- la etapa de determinación del grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas comprende la determinación de un dato representativo de un par resistivo del árbol de generador de gas.
- la etapa de determinación del grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas comprende la puesta en práctica de una etapa entre el grupo siguiente:
 - 15
 - o la comparación del dato representativo del par resistivo determinado con un umbral predeterminado,
 - o la determinación de una diferencia entre el dato determinado y un dato representativo del par resistivo inicial del árbol, y la comparación de la diferencia con un umbral predeterminado, y
 - 20
 - o la determinación, a partir de mediciones precedentes del dato representativo del par resistivo, de una variación del citado dato en función de la utilización de la turbomáquina, y la comparación de la citada velocidad de variación con un umbral predeterminado.
 - el procedimiento comprende además la medición, en el transcurso de una fase de autorrotación del árbol del generador de gas, de una velocidad de rotación del citado árbol.
 - la etapa de determinación de un grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas es realizada a partir de las mediciones de corriente que atraviesa el arrancador y de la tensión en los bornes del arrancador y de las mediciones de la velocidad de rotación del árbol del generador de gas.

La invención tiene por objeto igualmente un sistema de vigilancia de un estado de coquización a nivel de las juntas dinámicas de una turbomáquina que comprende:

- 30
 - un generador de gas, que comprende un árbol giratorio y una rueda de inyección montada sobre el citado árbol, estando la rueda adaptada para pulverizar carburante por centrifugación,
 - una rampa de inyección, adaptada para encaminar carburante hasta la rueda de inyección,
 - juntas dinámicas, adaptadas para asegurar una estanqueidad entre la rueda de inyección y la rampa de inyección, y
 - 35
 - un arrancador, adaptado para arrastrar en rotación el árbol de generador de gas durante una fase de arranque de la turbomáquina,

estando adaptado el sistema de vigilancia para la puesta en práctica del procedimiento de vigilancia anteriormente presentado, y que comprende:

- al menos un dispositivo de medición de una tensión en los bornes del arrancador y de la corriente que le atraviesa,
- 40
 - una unidad de tratamiento, que comprende una memoria y medios de tratamiento adaptados para tratar las mediciones de corriente y de tensión para determinar un grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas.

Ventajosamente, pero facultativamente, el sistema de vigilancia de acuerdo con la presente invención presenta además al menos una de las características siguientes:

- 45
 - el dispositivo de medición está adaptado para adquirir mediciones de tensión y de corriente a una frecuencia superior o igual a 10 Hz.
 - el sistema comprende además al menos un sensor de la velocidad de rotación del árbol del generador de gas, adaptado para efectuar adquisiciones a una frecuencia superior o igual a 2 Hz.

La invención tiene todavía por objeto una turbomáquina que comprende:

- un generador de gas, que comprende un árbol giratorio y una rueda de inyección montada sobre el citado árbol, estando la rueda adaptada para pulverizar carburante por centrifugación,
- una rampa de inyección, montada fija con respecto al árbol generador, y adaptada para encaminar carburante hasta la rueda de inyección,
- juntas dinámicas, adaptadas para asegurar una estanqueidad entre la rueda de inyección y la rampa de inyección, y
- un arrancador, adaptado para arrastrar en rotación el árbol de generador de gas durante una fase de arranque de la turbomáquina,

estando caracterizada la turbomáquina por que la misma comprende además un sistema de vigilancia de acuerdo con la presentación que precede.

El procedimiento de vigilancia así propuesto permite evaluar un grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas de una turbomáquina, y detectar un estado crítico antes de la imposibilidad de arrancar la turbomáquina.

Esto llegado el caso permite planificar un mantenimiento para limpiar o reemplazar las juntas dinámicas.

15 Descripción de las figuras

Otras características, objetivos y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto en la descripción que sigue, la cual es puramente ilustrativa y no limitativa, y que debe ser leída en relación con los dibujos anejos, en los cuales:

- las figuras 1a y 1b, ya descritas, representan esquemáticamente el principio de funcionamiento de una turbomáquina equipada con una rueda de inyección,
- Las figuras 2a y 2b representan las principales etapas de un procedimiento de vigilancia de acuerdo con dos modos de realización de la invención.
- La figura 3a representa la duración de desaceleración del árbol generador de gas para diferentes grados de utilización de la turbomáquina.
- La figura 3b representa la evolución de una desaceleración de un árbol de generador de gas en función de la utilización de la turbomáquina.
- La figura 4 representa la evolución de un dato representativo del par resistivo de un árbol generador de gas en función de la utilización de la turbomáquina.

Descripción detallada de al menos un modo de puesta en práctica de la invención

En las figuras 2a y 2b se han representado dos modos de realización de un procedimiento de vigilancia de la coquización a nivel de las juntas dinámicas de una turbomáquina.

Como en la representación de la figura 1a, la turbomáquina 1, que puede ser un turbomotor, comprende un generador de gas 10, que comprende un árbol giratorio 11, que arrastra en rotación a una rueda de inyección 12 montada sobre el mismo.

La turbomáquina comprende además una rampa de inyección 20 fija, que es una pieza de revolución alrededor del árbol del generador de gas. La rampa de inyección 20 comprende al menos una canalización interna 21 que desemboca en una cavidad circunferencial 22.

La turbomáquina comprende igualmente una cámara de combustión 30 en el interior de la cual tiene lugar el encendido del carburante para la propulsión de la aeronave en la cual está montada la turbomáquina.

La rueda de inyección 12 comprende canales internos radiales 13 que desembocan en un lado en la cavidad circunferencial 22 y en el otro en la cámara de combustión 30.

El carburante es encaminado por la rampa de inyección hasta la cavidad 22, en la que el mismo se encuentra entonces arrastrado hacia la rueda de inyección 12 a través de los orificios pasantes de los canales 13 dispuestos en el interior de la misma. El carburante es pulverizado después en la cámara de combustión por centrifugación resultante del movimiento de rotación de la rueda de inyección.

Para asegurar la estanqueidad entre la rueda de inyección 12 móvil y la rampa de inyección 20 fija, la turbomáquina comprende además una pluralidad de juntas dinámicas 23 ventajosamente de tipo de juntas laberínticas.

Así, el carburante presente en la cavidad 22 no escapa a los otros sectores de la turbomáquina.

La turbomáquina comprende además un arrancador 40 que permite arrastrar en rotación el árbol generador de gas durante una fase de arranque de la turbomáquina.

- 5 En particular, la fase de arranque comprende un primer período, durante aproximadamente 4 segundos, en el transcurso del cual la cámara de combustión no es encendida y el árbol del generador de gas es arrastrado en rotación exclusivamente por el arrancador. Esta fase es denominada en lo que sigue « fase de inicio de la rotación del árbol del generador de gas ».

La fase de arranque comprende después un segundo período, en el transcurso del cual la cámara de combustión se enciende, y el árbol del generador de gas se acelera bajo la acción simultánea del arrancador y de la potencia térmica de la turbomáquina.

- 10 La turbomáquina comprende finalmente un sistema 50 de vigilancia del grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas.

Este sistema comprende una unidad de tratamiento 51, que está conectada a uno o varios sensores, y que está adaptada para recuperar las mediciones de los sensores y para tratarlas de la manera que se explica en lo que sigue para deducir de las mismas un grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas.

- 15 La unidad de tratamiento 51 puede estar integrada en la turbomáquina o alternativamente estar separada, estando montada por ejemplo en la aeronave o en una central de vigilancia en el suelo. Llegado el caso, la comunicación de los datos entre el o los sensores y la unidad de tratamiento puede ser realizada durante la utilización de la turbomáquina por comunicación inalámbrica o ser realizada episódicamente durante una fase de parada de la turbomáquina, recuperando los datos de los sensores y cargándoles en la unidad de tratamiento.

- 20 La unidad de tratamiento comprende ventajosamente una memoria 52 que permite almacenar las mediciones realizadas durante utilizaciones precedentes de la turbomáquina, y medios de tratamiento de los datos como un procesador 53.

- 25 El sistema de vigilancia comprende igualmente, de acuerdo con un primer modo de realización correspondiente al procedimiento de la figura 2a, un sensor 54 de velocidad del árbol del generador de gas, que está adaptado para leer la citada velocidad a una frecuencia superior o igual a 1 Hz, preferentemente superior o igual a 2 Hz.

De acuerdo con un segundo modo de realización correspondiente al procedimiento de la figura 2b, el sistema de vigilancia 50 comprende un dispositivo 55 de medición de una tensión en los bornes del arrancador 40 y de la corriente que le atraviesa, que está adaptado para leer estos datos a una frecuencia superior o igual a 2 Hz, preferentemente superior o igual a 10 Hz.

- 30 Los dos indicadores utilizados para vigilar el grado de coquización a nivel de las juntas pueden ser combinados para corroborar sus resultados, el sistema de vigilancia comprende ventajosamente a la vez un sensor 54 de velocidad de rotación del árbol y un dispositivo 55 de medición de la tensión en los bornes del arrancador y de la corriente que le atraviesa.

- 35 El sistema de vigilancia puede igualmente comprender otros sensores que permitan facilitar informaciones suplementarias a la unidad de tratamiento para deducir de las mismas un grado de coquización más preciso a nivel de las juntas.

Vigilancia de un grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas por la velocidad de rotación del árbol de generador de gas

- 40 Refiriéndose a la figura 2a, se va a describir ahora un primer modo de realización del procedimiento 1000 de vigilancia de la coquización a nivel de las juntas dinámicas de la turbomáquina 1.

Este procedimiento explota un primer indicador que es la desaceleración de la rotación del árbol del generador de gas, en el transcurso de una fase de autorrotación del árbol. La autorrotación tiene lugar durante una fase de parada de la turbomáquina, cuando el árbol del generador de gas continúa su rotación gracias solo a su inercia pero no es arrastrado en rotación por otro elemento.

- 45 En el transcurso de esta etapa, la velocidad de rotación del árbol del generador de gas es decreciente, pero la desaceleración puede ser más o menos importante según el grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas. En efecto, cuanto más coquizadas están las juntas dinámicas, más rozamientos existen entre la rampa de inyección y la rueda de inyección, que frenan el movimiento relativo entre estos dos elementos.

Por consiguiente, la desaceleración es mayor en caso de coquización importante.

- 50 Además, este impacto de los rozamientos sobre el frenado es proporcionalmente mayor a bajo régimen que otros factores que influyen en el frenado tales como los rozamientos aerodinámicos, los cuales, a su vez, dependen de la velocidad de rotación y por tanto son proporcionalmente menores a bajo régimen.

Por consiguiente, el estudio de la desaceleración del árbol 11 a bajo régimen facilita una indicación sobre el grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas.

El procedimiento comprende por tanto una etapa 1100 de medición de una velocidad de rotación del árbol del generador de gas de la turbomáquina por el sensor 54, durante una fase de autorrotación del árbol.

5 Refiriéndose a la figura 3a, se ha representado la desaceleración del árbol del generador de gas entre una velocidad de rotación de 3000 r.p.m y una velocidad de 600 r.p.m. para diferentes utilizaciones de una turbomáquina, habiendo sido leídas la primera medición y la última medición con una separación de aproximadamente 250 utilizaciones de la turbomáquina.

10 La pendiente de la velocidad de rotación es más elevada en valor absoluto para la última utilización, en la cual la cantidad de cok en las juntas dinámicas es mayor.

Volviendo a la figura 2a, el procedimiento comprende después una etapa 1200 de determinación, a partir de la evolución temporal de la velocidad de rotación adquirida, de un grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas.

15 En efecto, habiendo sido leída la velocidad de rotación a una frecuencia superior a 1 Hz o 2 Hz durante una fase de desaceleración del árbol, se puede determinar su pendiente, es decir la desaceleración del árbol, entre dos valores de velocidades determinados.

20 Se ha indicado anteriormente que los fenómenos de rozamiento resultantes de la coquización son más visibles a bajo régimen. Por consiguiente los valores de velocidades entre los cuales se calcula una desaceleración comprenden una primera velocidad comprendida entre 1000 revoluciones por minuto y 2500 revoluciones por minuto, preferentemente igual a 1000 revoluciones por minuto, y una segunda velocidad de rotación comprendida entre 500 revoluciones por minuto y 1000 revoluciones por minuto, preferentemente igual a 700 revoluciones por minuto.

La unidad de tratamiento calcula entonces la pendiente entre estas dos velocidades durante una etapa 1210. La misma a continuación, en el transcurso de una etapa 1220, puede deducir el grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas de varias maneras.

25 De acuerdo con un primer modo de realización, en el transcurso de una etapa 1221, la unidad de tratamiento compara la pendiente de la velocidad de rotación con uno o varios umbrales predeterminados, correspondientes a uno o varios grados de coquización determinados; por ejemplo un grado de coquización puede corresponder a un número de utilizaciones de la turbomáquina antes de que el generador de gas quede bloqueado.

30 El umbral puede ser establecido en función de un número importante de parámetros que dependen de la turbomáquina y de sus condiciones de utilización.

35 De acuerdo con un segundo modo de realización, en el transcurso de una etapa 1222, la unidad de tratamiento compara el valor de la pendiente con un valor inicial determinado de la misma manera durante una primera utilización o de una primera puesta en servicio de la turbomáquina. La unidad de tratamiento puede calcular la diferencia entre los dos valores de pendiente y comparar esta diferencia con un umbral predeterminado para deducir de la misma, como anteriormente, un grado de coquización a nivel de las juntas.

Finalmente, de acuerdo con un tercer modo de realización, en el transcurso de una etapa 1223, la unidad de tratamiento recupera datos de desaceleración calculados en condiciones idénticas y almacenados en la memoria 52 y determina una velocidad de variación de la citada desaceleración en función de la utilización de la turbomáquina, por ejemplo en función de un número de utilizaciones de la turbomáquina (número de arranques).

40 Refiriéndose a la figura 3b, se ha representado una evolución, en función de la utilización de la turbomáquina, del valor medio de la desaceleración entre 3000 r.p.m y 1000 r.p.m. Se constata que la pendiente de esta evolución tiende igualmente a aumentar, es decir que la desaceleración aumenta cada vez más a medida que aumenta el grado de coquización a nivel de las juntas.

45 Por consiguiente, la etapa 1223 comprende la medición de una velocidad de variación de la desaceleración calculada en función de la utilización de la turbomáquina, y la comparación de esta velocidad de variación con un umbral predeterminado.

Vigilancia de un grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas por la corriente consumida por el arrancador y la tensión en sus bornes

50 Refiriéndose a la figura 2b, se ha representado otro modo de realización del procedimiento 1000 de vigilancia de un grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas.

En este modo de realización, una primera etapa 1500 comprende la medición de la corriente consumida por el arrancador y de la tensión en sus bornes, en el transcurso de la fase de inicio de la rotación del árbol del generador de gas por el arrancador, durante el arranque de la turbomáquina.

En efecto, durante esta etapa, el arrancador puede ser visto como un motor de corriente continua, y por lo tanto se puede considerar que el par del motor eléctrico es proporcional a la corriente consumida por este motor, y que la velocidad de rotación del motor eléctrico es proporcional a la tensión del motor.

Se obtienen por tanto las ecuaciones siguientes:

$$T_{qm} = K_1 \cdot I_m$$

$$\omega_s = \frac{V_m}{K_1}$$

Donde:

- T_{qm} es el par del motor eléctrico,
- K_1 es un constante,
- I_m es la corriente consumida por el motor eléctrico,
- ω_s es la velocidad de rotación del arrancador,

El par del motor eléctrico compensa el par resistivo del árbol del generador de gas el tiempo que aumenta su velocidad de rotación.

$$T_{qm} = T_{qr} + J \dot{\omega}$$

Donde:

- T_{qr} es el par resistivo del árbol generador de gas sobre el árbol de motor,
- J es la inercia de la carga sobre el árbol del arrancador, y
- $\dot{\omega}$ es la derivada temporal de ω_s , es decir la aceleración del árbol del arrancador.

El aumento del par resistivo puede ser visto a través de la evolución de la corriente y de la tensión en los bornes del motor eléctrico – es decir del arrancador

$$T_{qr} = K_1 \cdot I_m - J \cdot \frac{\dot{V}_m}{K_1}$$

Un dato representativo del par resistivo del árbol del generador de gas, que es homogéneo con una corriente, puede ser por tanto calculado como sigue:

$$\text{Imagen}T_{qr} = I_m - a \dot{V}_m + \text{offset}$$

Donde:

- imagen T_{qr} es un dato representativo del par resistivo del árbol del generador de gas, obtenido a partir de la corriente I_m consumida por el arrancador y de la tensión V_m en sus bornes,
- I_m es el valor medio de la corriente consumida por el motor eléctrico durante la fase de inicio de la rotación del árbol del generador de gas del arrancador.
- $\dot{V}_m$ es la pendiente de V_m durante la fase de inicio de la rotación del árbol del generador de gas por el arrancador,
- a es una constante definida tal que $\text{imagen}T_{qr} = \text{offset}$ para el primer punto de medición, es decir que el par resistivo inicial es considerado como despreciable,
- offset es una constante utilizada para obtener un valor siempre positivo del par a pesar de la dispersión.

La etapa de medición de la corriente y de la tensión en los bornes del arrancador va seguida por tanto de una etapa 1600 de determinación, a partir de estas mediciones, del grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas, calculando en el transcurso de una etapa 1610 a partir de las ecuaciones que preceden el dato $\text{Imagen}T_{qr}$ representativo del par resistivo del árbol del generador de gas.

Las mediciones de corriente y de tensión son realizadas con el dispositivo de medición 55, cuya frecuencia de medición es ventajosamente superior a 10 Hz.

La deducción del estado de la coquización a nivel de las juntas dinámicas 1620 puede ser realizada de diferentes maneras.

- 5 De acuerdo con un primer modo de realización 1621, el valor del dato imagenTq_r , que llegado el caso es su valor medio en el período de inicio, puede ser comparado con uno o varios umbrales predeterminados, correspondientes a uno o varios grados de coquización determinados, por ejemplo un grado de coquización puede corresponder a un número de utilizations de la turbomáquina antes de que el generador de gas sea bloqueado.
 - 10 De acuerdo con un modo de realización alternativo 1622, la unidad de tratamiento compara el valor del dato representativo del par con un valor inicial determinado durante una primera utilización o de una primera puesta en servicio de la turbomáquina. La unidad de tratamiento puede calcular la diferencia entre los dos valores y comparar esta diferencia con un umbral predeterminado para deducir de la misma, como anteriormente, un grado de coquización a nivel de las juntas.
 - 15 Finalmente, de acuerdo con un tercer modo de realización, en el transcurso de una etapa 1623, la unidad de tratamiento recupera datos ImagenTq_r calculados regularmente en condiciones idénticas y almacenados en la memoria 52 y determina una velocidad de variación del citado dato en función de la utilización de la turbomáquina.
- En referencia a la figura 4, se ha representado una evolución, en función de la utilización de la turbomáquina, del valor de la imagen ImagenTq_r del par resistivo del árbol del generador de gas. Se constata que la pendiente de esta evolución tiende igualmente a aumentar, es decir que el par resistivo del árbol aumenta cada vez mas a medida que
- 20 el grado de coquización a nivel de las juntas aumenta.

Por consiguiente, la etapa 1623 comprende la medición de una velocidad de variación de la imagen ImagenTq_r en función de la utilización de la turbomáquina, y la comparación de esta velocidad de variación con un umbral predeterminado.

Utilización de varios indicadores para la vigilancia de la coquización

- 25 Los dos indicadores descritos anteriormente pueden ser utilizados de modo simultáneo para corroborar o precisar las informaciones sobre el grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas.
- Como el indicador de desaceleración del árbol generador de gas es medido entonces durante una fase de parada de la turbomáquina, mientras que el indicador sobre el par resistivo del árbol es medido durante una fase de arranque, es ventajoso entonces confrontar los resultados obtenidos después de una parada de la turbomáquina.
- 30 La unidad de tratamiento compara entonces los resultados obtenidos y facilita una indicación final sobre el grado de coquización a nivel de las juntas.

Además, en función del grado de coquización detectado por uno de los procedimientos que preceden, puede ser activada una alerta para establecer una fase de mantenimiento de la turbomáquina.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento (1000) de vigilancia de un grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas de una turbomáquina (1) que comprende:

- 5 - un generador de gas (10), que comprende un árbol giratorio (11) y una rueda de inyección (12) montada sobre el citado árbol, estando la rueda adaptada para pulverizar carburante por centrifugación,
- una rampa de inyección (20), adaptada para encaminar carburante hasta la rueda de inyección (12),
- juntas dinámicas (23) adaptadas para asegurar una estanqueidad entre la rueda de inyección (12) y la rampa de inyección (20), y
- 10 - un arrancador (40), adaptado para arrastrar en rotación el árbol (11) del generador de gas (10) durante una fase de arranque de la turbomáquina,

estando caracterizado el procedimiento por que el mismo comprende las etapas consistentes en:

- medir (1500), en el transcurso de una fase de inicio de la rotación del árbol de generador de gas por el arrancador durante el arranque de la turbomáquina, una corriente que atraviesa el arrancador y una tensión en los bornes del arrancador,
- 15 - determinar (1600), a partir de la corriente y de la tensión medidas, un grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas.

2. Procedimiento (1000) de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual la etapa de determinación (1600) del grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas comprende la determinación (1610) de un dato representativo de un par resistivo del árbol generador de gas.

20 3. Procedimiento (1000) de acuerdo con la reivindicación 2, en el cual la etapa de determinación (1600) del grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas comprende la puesta en práctica de una etapa entre el grupo siguiente:

- la comparación (1621) del dato representativo del par resistivo determinado con un umbral predeterminado,
- la determinación de una diferencia entre el dato determinado y un dato representativo del par resistivo inicial del árbol, y la comparación (1622) de la diferencia con un umbral predeterminado, y
- 25 - la determinación, a partir de mediciones precedentes del dato representativo del par resistivo, de una variación del citado dato en función de la utilización de la turbomáquina, y la comparación (1623) de la citada velocidad de variación con un umbral predeterminado.

30 4. Procedimiento (1000) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, que comprende además la medición (1100), en el transcurso de una fase de autorrotación del árbol del generador de gas, de una velocidad de rotación del citado árbol.

5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación precedente, en el cual la etapa de determinación (1200, 1600) de un grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas es realizada a partir de las mediciones de corriente que atraviesa al arrancador y de tensión en los bornes del arrancador y de las mediciones de la velocidad de rotación del árbol del generador de gas.

35 6. Sistema (50) de vigilancia de un estado de coquización a nivel de las juntas dinámicas de una turbomáquina (1) que comprende:

- un generador de gas (10) que comprende un árbol giratorio (11) y una rueda de inyección (12) montada sobre el citado árbol, estando la rueda adaptada para pulverizar carburante por centrifugación,
- una rampa de inyección (20), adaptada para encaminar carburante hasta la rueda de inyección (12),
- 40 - juntas dinámicas (23), adaptadas para asegurar una estanqueidad entre la rueda de inyección (12) y la rampa de inyección (20), y
- un arrancador (40), adaptado para arrastrar en rotación el árbol de generador de gas durante una fase de arranque de la turbomáquina,

45 estando adaptado el sistema de vigilancia (50) para la puesta en práctica del procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, y que comprende:

- al menos un dispositivo (55) de medición de una tensión en los bornes del arrancador y de la corriente que le atraviesa,

- una unidad de tratamiento (51), que comprende una memoria (52) y medios de tratamiento (53) adaptados para tratar las mediciones de corriente y de tensión para determinar un grado de coquización a nivel de las juntas dinámicas.

5 7. Sistema de vigilancia (50) de acuerdo con la reivindicación precedente, en el cual el dispositivo de medición (55) está adaptado para adquirir mediciones de tensión y de corriente a una frecuencia superior o igual a 10 Hz.

8. Sistema de vigilancia (50) de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 o 7, que comprende además al menos un sensor (54) de velocidad de rotación del árbol (11) del generador de gas, adaptado para efectuar adquisiciones a una frecuencia superior o igual a 2 Hz.

9. Turbomáquina (1) que comprende.

- 10 - un generador de gas (10), que comprende un árbol giratorio (11) y una rueda de inyección (12) montada sobre el citado árbol, estando adaptada la rueda para pulverizar carburante por centrifugación,
- una rampa de inyección (20), montada fija con respecto al árbol generador, y adaptada para encaminar carburante hasta la rueda de inyección (12),
- 15 - juntas dinámicas (23), adaptadas para asegurar una estanqueidad entre la rueda de inyección (12) y la rampa de inyección (20), y
- un arrancador (40), adaptado para arrastrar en rotación el árbol (11) de generador de gas durante una fase de arranque de la turbomáquina,

estando caracterizada la turbomáquina por que la misma comprende además un sistema de vigilancia de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 8.

FIG. 1a

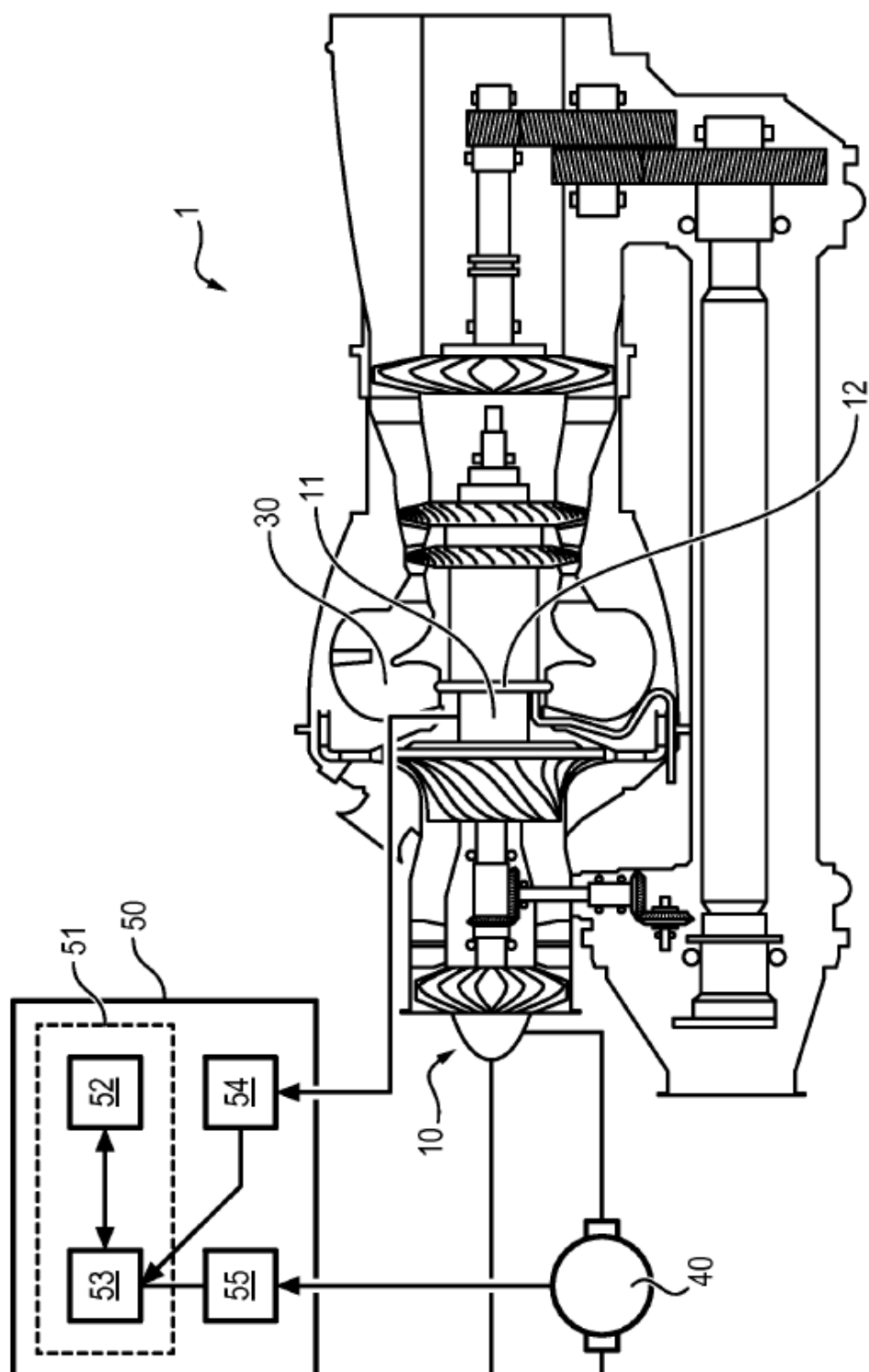


FIG. 1b

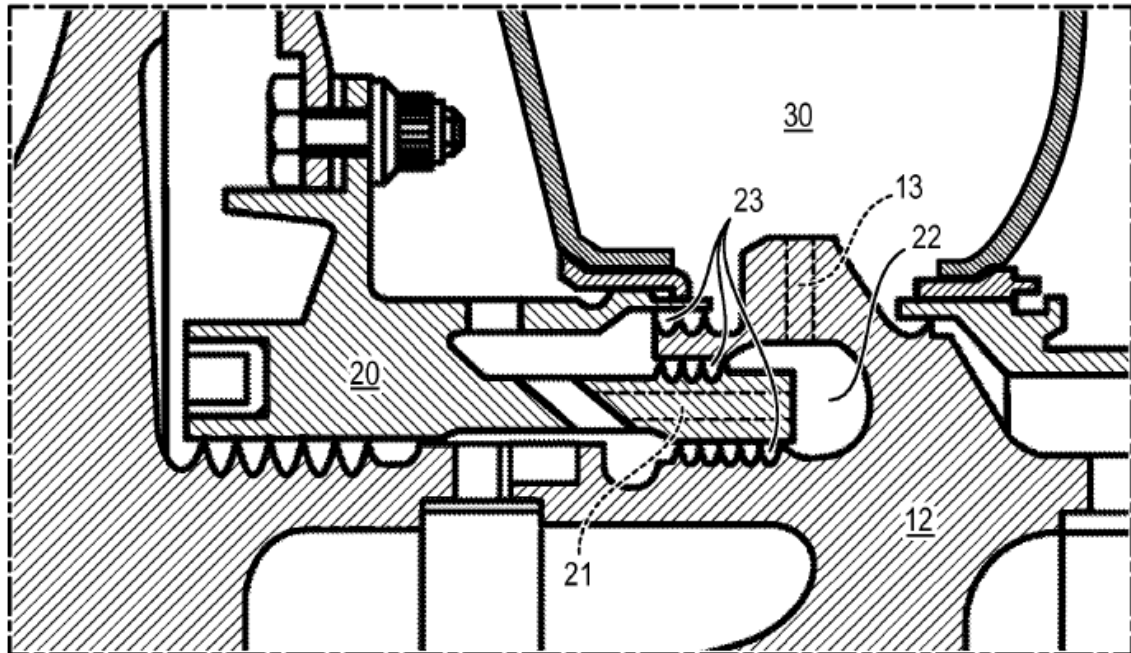


FIG. 2a

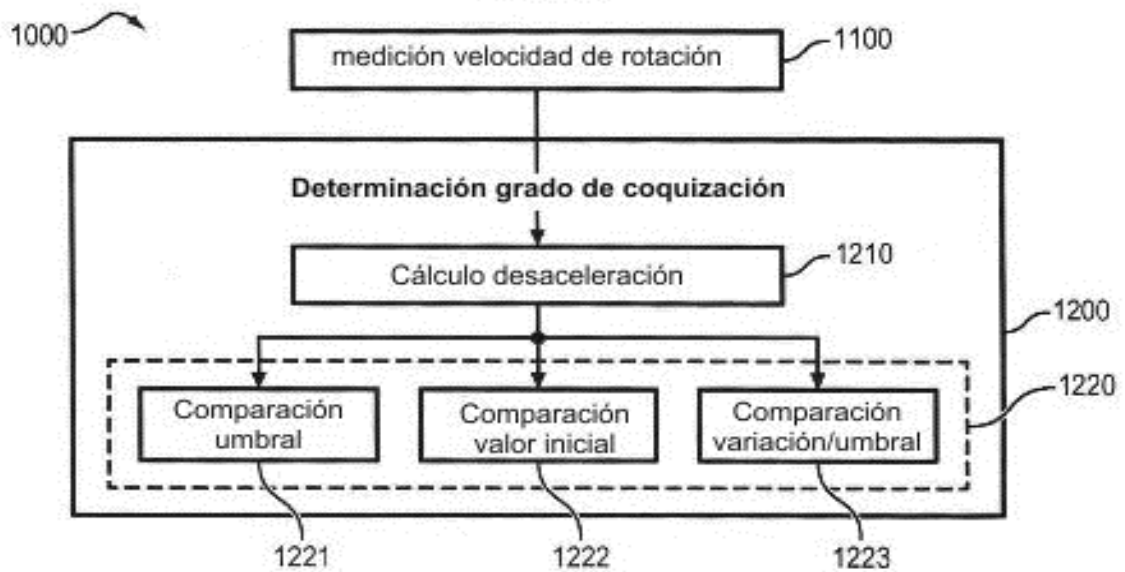


FIG. 2b

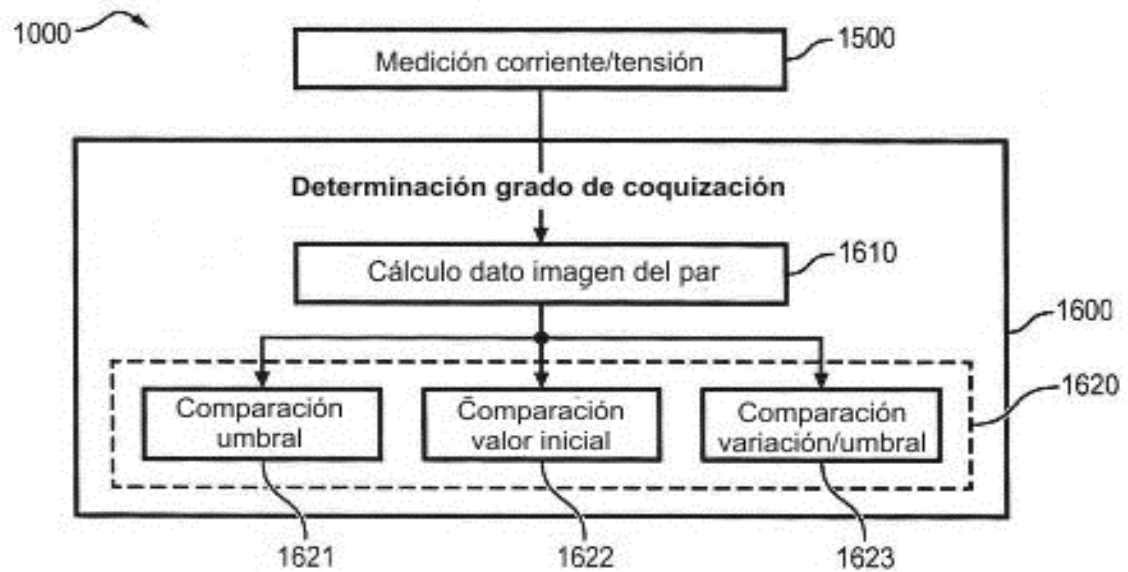


FIG. 3a

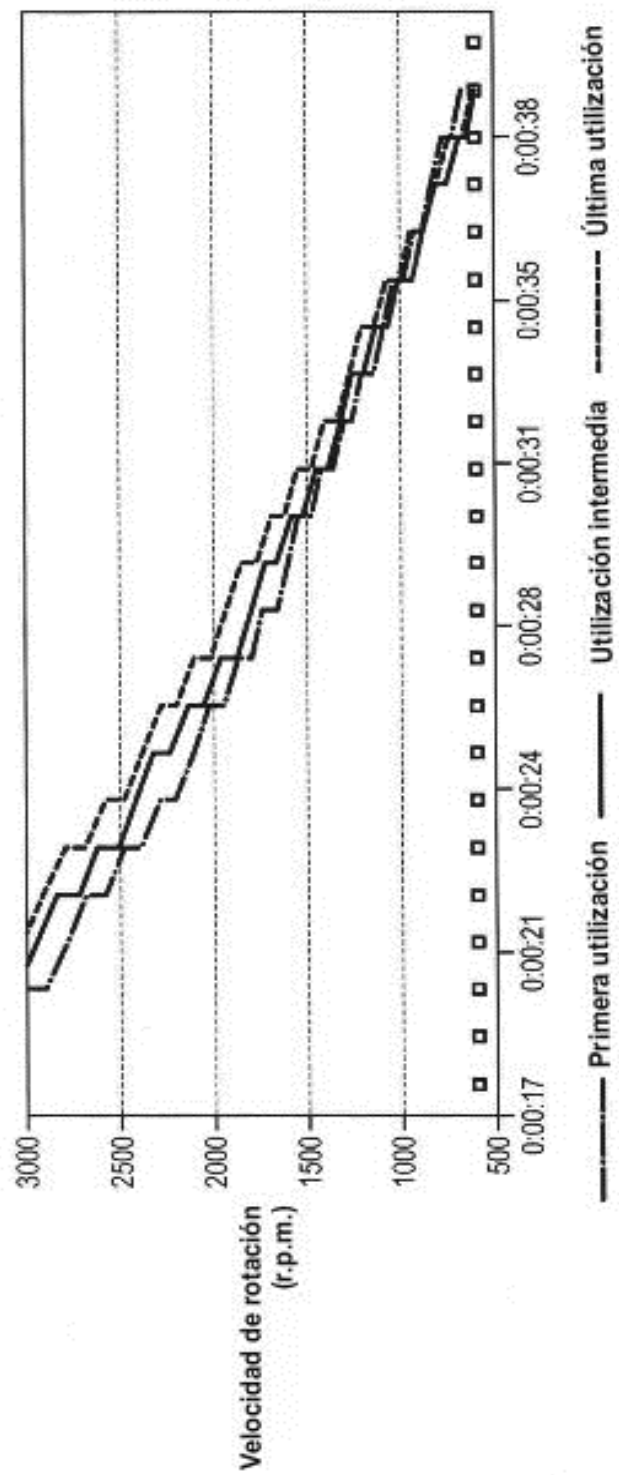


FIG. 3b

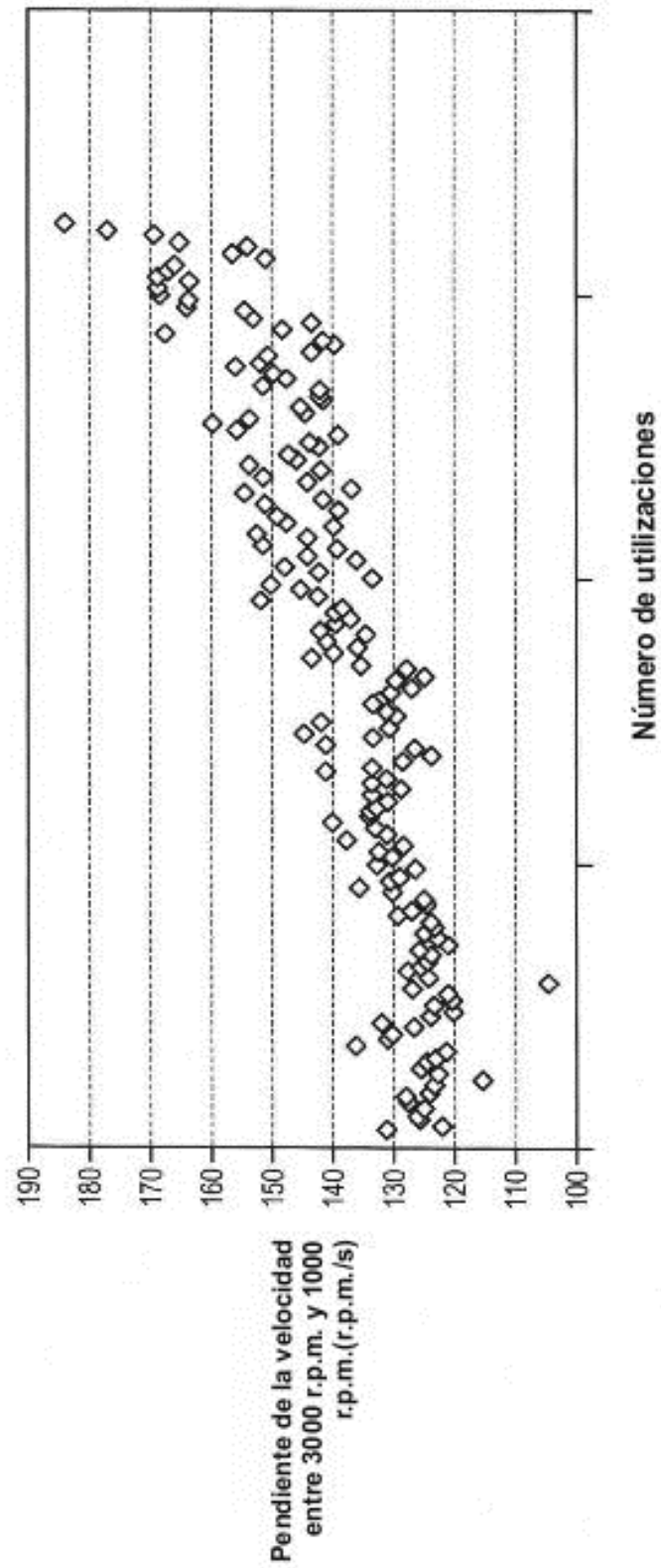


FIG. 4

