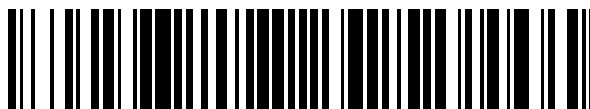


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 648 304**

51 Int. Cl.:

F16D 63/00 (2006.01)

F16D 65/14 (2006.01)

F16H 35/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.04.2012** **PCT/FR2012/050800**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.10.2012** **WO12143656**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.04.2012** **E 12722408 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.10.2017** **EP 2699819**

54 Título: **Dispositivo de protección mecánica**

30 Prioridad:

22.04.2011 FR 1153523

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

29.12.2017

73 Titular/es:

SAFRAN HELICOPTER ENGINES (100.0%)
64510 Bordes, FR

72 Inventor/es:

DESCUBES, OLIVIER, PIERRE;
BEDRINE, OLIVIER;
LADEVEZE, ISABELLE, GERMAINE, CLAUDE y
PY, JEAN-MICHEL, PIERRE, CLAUDE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 648 304 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 de protección mecánica

El presente invento se refiere a un dispositivo de protección mecánica, y en particular, a un dispositivo de protección mecánica contra una sobre-velocidad.

5 Con el fin de proteger unos dispositivos contra las sobrecargas mecánicas, el experto ha conocido desde hace tiempo unos dispositivos de protección en los cuales se sacrifica un elemento de una cadena de transmisión mecánica en caso de sobrecarga, de tal manera que se evitan los daños más graves aguas arriba de esta cadena. En la mayor parte de los casos, estos dispositivos están destinados a ofrecer protección contra las fuerzas o los pares excesivos. Por ejemplo, las patentes americanas US 4,313,712 y US 6,042, 292 divulgan unos dispositivos de
10 protección mecánica contra los esfuerzos radiales excesivos sobre los ejes rotativos. Sin embargo, estos dispositivos de sacrificio conocidos presentan el inconveniente de no servir como protección contra las sobre-velocidades. Sin embargo, en muchas situaciones, una sobre-velocidad puede causar tanto o más daño que una fuerza o un par excesivos. En particular, en algunas máquinas como, por ejemplo, los turbomotores, una sobre-velocidad puede causar un fenómeno de retorno positivo, provocando un aumento progresivo de la velocidad hasta la destrucción de la máquina.

En la solicitud internacional de patente WO 2008/101876, se ha divulgado un dispositivo de protección mecánica que incluye un eje de transmisión con una frecuencia de resonancia en flexión correspondiente a una sobre-velocidad de rotación predeterminada del eje de transmisión. En este dispositivo, la resonancia en flexión del eje de transmisión está destinada a absorber la potencia transmitida en rotación por el eje de transmisión, impidiendo de esta manera
20 que se sobrepase esta sobre-velocidad. Esto no es posible, sin embargo, nada más que si la potencia disponible es limitada y la amortiguación del eje en flexión es suficiente para disipar toda la potencia disponible. Si la potencia disponible puede aumentar con el par de resistencia, la resonancia en flexión del eje no será suficiente para neutralizarla.

La patente FR-A-1347634 divulga un eje de transmisión con un elemento frangible bajo los efectos de una sobrecarga en torsión, que sirve como protección contra las sobre-velocidades.

El presente invento se plantea proponer un dispositivo de protección mecánica que comprende un eje de transmisión con un elemento frangible bajo los efectos de una sobrecarga en torsión que permite proteger de una manera efectiva un conjunto mecánico contra una sobre-velocidad.

En al menos un modo de realización, este objetivo se alcanza gracias al hecho de que el dispositivo incluye, al menos, un órgano móvil, solidario con el eje de transmisión en rotación alrededor de un eje principal y apto para desplazarse radialmente hacia el exterior con respecto al eje principal, desde una primera posición a una segunda posición, así como un muelle de presión del órgano móvil hacia la primera posición, y un tope tangencial apto para detener la rotación del órgano móvil alrededor del eje principal cuando el órgano móvil está en la segunda posición. El órgano móvil y el muelle están calibrados para que, a partir de una velocidad angular de activación predeterminada, el órgano móvil de desplace desde la primera hasta la segunda posición bajo los efectos de una fuerza centrífuga superior a un pretensado del muelle.

De esta manera, el dispositivo funciona según dos principios: un principio de detección de la superación de un umbral de velocidad basado en la explotación del efecto centrífugo y del pretensado de un muelle, y un principio de parada basado en la ruptura de una sección frangible como consecuencia de la activación de la detección de la superación de un umbral de velocidad. Gracias a estas disposiciones, la transmisión de potencia por parte del eje mecánico puede ser eficazmente interrumpida en caso de sobre-velocidad, evitando de esta manera daños más graves en el conjunto mecánico. El impacto del órgano móvil contra el tope tangencial provoca una parada del eje de transmisión y la ruptura inmediata de la sección frangible del eje de transmisión, y esto de manera absolutamente independiente del par transmitido por parte del eje de transmisión antes del impacto. La pretensión del muelle evita el desplazamiento radial del órgano móvil mientras que no se alcance el umbral de velocidad, lo que presenta la ventaja de limitar el desgaste.

El tope tangencial puede ser especialmente un tope fijo. El órgano móvil puede ser apto para desplazarse desde la primera posición hasta la segunda posición por translación, por ejemplo, por deslizamiento en una guía radial, o por pivotado.

50 El invento se refiere igualmente a una máquina que incluye un eje motor, una bomba de alimentación, en particular una bomba de alimentación de carburante, y un dispositivo de protección mecánica según el invento, en el cual el eje de transmisión conecta el eje motor con la bomba de alimentación para el accionamiento de la bomba de alimentación. De esta manera, la ruptura del eje de transmisión en caso de sobre-velocidad del eje motor interrumpe el accionamiento de la bomba de alimentación, teniendo como efecto la parada de la máquina.

55 Según un aspecto suplementario, el citado eje motor está acoplado a una turbina configurada para ser accionada por la expansión de un fluido calentado por combustión del carburante suministrado por la bomba de alimentación. De esta manera, en caso de sobre-velocidad de la turbina, y por lo tanto del eje motor y del eje de transmisión, la

ruptura del eje de transmisión interrumpirá la alimentación de carburante de la máquina, provocando la parada de la turbina. La combustión puede ser externa o interna. De esta manera, la turbina puede ser, por ejemplo, una turbina de gas accionada directamente por los gases de combustión del carburante.

5 El invento se refiere igualmente a un vehículo, en particular una aeronave, que incluye una máquina según del invento. Por ejemplo, la máquina puede ser un turbomotor de una aeronave con palas giratorias.

El invento se refiere igualmente a un procedimiento de protección mecánica, el cual, en al menos un modo de realización, comprende las etapas siguientes:

10 - activación, a una cierta velocidad angular de un eje de transmisión, del desplazamiento de un órgano móvil desde una primera posición hasta una segunda posición más exterior radialmente con respecto al eje de transmisión, bajo los efectos de una fuerza centrífuga y contra un pretensado elástico de un muelle de tensión del órgano móvil en sentido opuesto a la fuerza centrífuga, girando el órgano móvil con el eje de transmisión;

- contacto del órgano móvil en rotación, en la segunda posición, contra un tope tangencial; y

- ruptura de un elemento frangible del eje de transmisión bajo los efectos de una sobrecarga en torsión causada por el contacto del órgano móvil contra el tope tangencial.

15 El invento será mejor comprendido y sus ventajas aparecerán mejor, con la lectura de la descripción detallada que sigue a continuación, de tres modos de realización representados a títulos de ejemplos no limitativos. La descripción se refiere a los dibujos anexos en los cuales:

- la figura 1A es una vista en corte longitudinal de un dispositivo de protección mecánica según un primer modo de realización;

20 - las figuras 1B y 1C son vistas en corte transversal del dispositivo de la figura 1A en dos posiciones diferentes de un órgano móvil;

- la figura 2 es una vista en corte longitudinal de un dispositivo de protección mecánica según un segundo modo de realización;

25 - la figura 3A es una vista en corte longitudinal de un dispositivo de protección mecánica según un tercer modo de realización;

- la figura 3B es una vista en detalle del dispositivo de la figura 3A con un órgano móvil en una segunda posición;

- la figura 4A es una ilustración esquemática de un turbomotor que incluye el dispositivo de protección mecánica de las figuras 1A a 1C; y

30 - la figura 4B es una ilustración esquemática del turbomotor de la figura 4A durante la ruptura del eje de transmisión del dispositivo de protección mecánica.

Un dispositivo de protección mecánica según un primer modo de realización está ilustrado en las figuras 1A y 1B. Este dispositivo comprende un eje de transmisión 1 con un primer órgano de transmisión 1a para acoplar el eje de transmisión a un accionador (no ilustrado), y un segundo órgano de transmisión 1b para acoplar el eje de transmisión 1 a un dispositivo a accionar, formando una sección reducida un elemento frangible 2, y un órgano móvil 3 recibido en una guía radial 9 integrada en el eje de transmisión 1 de tal manera que es solidario en rotación con el eje de transmisión 1 permaneciendo al mismo tiempo móvil en dirección radial. Un muelle 4 pretensado aprieta un extremo próximo 3a del órgano móvil 3 contra un tope radial interno 5 en dirección del eje de rotación X del eje de transmisión 1, mientras que una abertura radial 6 permite el paso de un extremo distal 3b del órgano móvil 3 hacia el exterior. Como está ilustrado en particular en la figura 1B, una platina fija 7 está instalada alrededor del eje de transmisión 1 en la posición axial del órgano móvil 3. En el modo de realización ilustrado en la figura 1B, esta platina fija 7 incluye un tope 8 en dirección tangencial a la rotación del extremo distal 3b del órgano móvil 3 alrededor del eje X.

En funcionamiento, la rotación del eje de transmisión 1 provoca una fuerza centrífuga F_c igual al producto de la masa m del órgano móvil 3 por la posición radial r del centro de gravedad CG del órgano móvil 3 y el cuadrado de la velocidad angular ω del eje de transmisión 1. En la posición radial inicial del órgano móvil 3 ilustrada en la figura 1A, con el extremo proximal 3a en contacto con el tope interno 5, y el centro de gravedad CG del órgano móvil 3 en una primera posición radial r_1 , el muelle 4 ejerce una tensión elástica F_1 en dirección radial hacia el eje de rotación X. En consecuencia, mientras que la fuerza centrífuga F_c no sobrepase la pretensión F_1 opuesta, el extremo proximal 3a del órgano móvil 3 permanecerá apretado contra el tope radial interno 5 y el centro de gravedad CG del órgano móvil 3 permanecerá en la primera posición radial r_1 . Sin embargo, a partir de una velocidad angular ω_1 , la fuerza centrífuga F_c será superior a la tensión F_1 , y desplaza el órgano móvil 3 hacia el exterior. Según la ley de Hooke, la fuerza elástica F_e puede ser aproximada mediante la fórmula siguiente:

$$F_e = k (r - r_1) + F_1$$

en la cual k es el coeficiente de rigidez del muelle 4,

La fuerza centrífuga, por su parte, sigue la siguiente fórmula:

$$F_c = m \omega^2 r$$

- 5 en la cual m es la masa del órgano móvil 3, ω la velocidad angular del eje de transmisión, y r la distancia radial del centro de gravedad del apéndice 3 del eje de rotación X.

En consecuencia, la velocidad angular ω_1 de activación del dispositivo de protección mecánica puede ser calibrada según la siguiente fórmula:

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{F_1}{mr_1}}$$

- 10 Y, para obtener una aceleración radial del órgano móvil 3 hacia el exterior seguida de la activación del dispositivo de protección, el coeficiente de rigidez k será inferior al cociente de la tensión F_1 dividida por la posición radial inicial r_1 :

$$k < \frac{F_1}{r_1}$$

- 15 De esta manera, a la velocidad angular de activación ω_1 , la fuerza centrífuga ejercida sobre el órgano móvil sobrepasará a la tensión F_1 y aumentará más rápidamente que la reacción del muelle durante el desplazamiento radial del órgano móvil hacia el exterior.

Con el fin de evitar una activación intempestiva del dispositivo de protección mecánica, conviene dimensionarlo también de tal manera que no puede ser activado por vibraciones u otras aceleraciones externas. Para ello, la distancia radial r_1 puede corresponder a la ecuación:

$$r_1 \geq \frac{K\gamma}{\omega_n^2}$$

- 20 en la cual γ representa una aceleración externa predeterminada, K un coeficiente de seguridad, y ω_n una velocidad angular nominal del eje de transmisión inferior a la velocidad angular de activación.

- 25 La masa m y la posición inicial r_1 del órgano móvil 3 y la rigidez k y la tensión F_1 del muelle 4 pueden por lo tanto ser calibradas sobre la base de estas fórmulas para activar el dispositivo de protección a una velocidad crítica ω_1 , al sobrepasar una sobre-velocidad $\Delta\omega$ predeterminada la velocidad nominal ω_n del eje de transmisión 1. A continuación de esta activación, el órgano móvil 3 se desplaza hacia una segunda posición situada radial en el exterior de la primera.

- 30 Después de la activación del órgano móvil 3 hasta la segunda posición, el eje de transmisión 1 puede efectuar un máximo de una vuelta completa antes de que el extremo distal 3b del órgano móvil 3 vaya a golpear en su rotación con un tope tangencial 8 del elemento periférico fijo 7, como está ilustrado en la figura 1C. El impacto del extremo distal 3b del órgano móvil 3 contra el tope tangencial 8 detiene de golpe la rotación del eje de transmisión 1, generando de esta manera una sobrecarga instantánea en torsión del eje de transmisión 1 y la ruptura del elemento frangible 2, situado axialmente entre el primer órgano de acoplamiento 1a y el órgano móvil 3. De esta manera, el eje de transmisión 1 funciona como un órgano de sacrificio de protección mecánica, no ya solamente contra un exceso de la fuerza o del par, sino contra un exceso de velocidad $\Delta\omega$.

- 35 En un segundo modo de realización, ilustrado en la figura 2, el elemento frangible 2 no está formado por una sección reducida del eje de transmisión 1, sino por un pasador frangible por cizalladura, que une dos segmentos separados 1a y 1b del eje de transmisión 1. Los demás elementos del dispositivo de protección mecánica según este segundo modo de realización son sensiblemente equivalentes, desde un punto de vista funcional, a los del primer modo de realización, y reciben los mismos números de referencia.

Aunque en estos primero y segundo modos de realización la fuerza centrífuga desplaza al órgano móvil 3 radialmente por deslizamiento en una guía radial 9 integrada en el eje de transmisión de potencia 1, se pueden considerar otras alternativas. Así, en un tercer modo de realización ilustrado en las figuras 3A y 3B, y tomando una forma análoga a un regulador de Watt con contrapesos pivotantes, el dispositivo de protección mecánica comprende dos órganos móviles 3, montado cada uno de tal manera que pivotan en un plano longitudinal con respecto al eje de transmisión 1. Los dos órganos móviles 3 presentan una forma en L, con el extremo proximal 3a en un primer segmento, el extremo distal 3b en un segundo segmento y el pivote P en un ángulo, sensiblemente recto, entre el primero y el segundo segmento. De esta manera, en la primera posición, ilustrada en la figura 3A, el primer segmento de cada órgano móvil está orientado en dirección sensiblemente radial y el segundo segmento en dirección sensiblemente longitudinal, lo que permite organizar el muelle 4 en dirección longitudinal en el eje de transmisión 1. Este muelle 4 está tensado de tal manera que aprieta, en esta primera posición, una cara interna del extremo distal 3b de cada órgano móvil 3 contra un tope radial interno 5 en dirección del eje de rotación X del eje de transmisión 1.

En funcionamiento, la rotación del eje de transmisión 1 de este tercer modo de realización provoca una fuerza centrífuga F_c sobre cada órgano móvil 3 igual al producto de la masa m del órgano móvil 3 por la posición radial r del centro de gravedad CG del órgano móvil 3 y el cuadrado de la velocidad angular ω del eje de transmisión 1. Esta fuerza centrífuga F_c provoca un par de pivotado M_c igual al producto de la fuerza centrífuga por la distancia longitudinal L del centro de gravedad CG al pivote P. En la posición inicial de los órganos móviles 3 ilustrada en la figura 3A, con cada órgano móvil 3 en contacto con el tope interno 5, y el centro de gravedad CG de cada órgano móvil 3 en una primera posición radial r_1 , el muelle 4 ejerce una tensión elástica F_1 en dirección del eje de rotación X sobre los dos órganos móviles 3. Esta fuerza de tensión elástica F_1 provoca, en cada órgano móvil 3, un par de pivotado M_1 opuesto al par de pivotado centrífugo M_c . En consecuencia, mientras que el par de pivotado centrífugo M_c no sobrepase al par de pivotado opuesto M_1 generado por la tensión F_1 , el extremo distal 3b del órgano móvil 3 permanecerá apretado contra el tope radial interno 5 y el centro de gravedad CG del órgano móvil 3 permanecerá en la primera posición radial r_1 . Sin embargo, a partir de una velocidad angular ω_1 , el par centrífugo M_c se hace superior al par de tensión F_1 , y provoca un pivotado del órgano móvil 3 hacia el exterior. Según la ley de Hooke, la fuerza elástica F_e ejercida por el muelle 4 sobre los dos órganos móviles 3, puede ser aproximada por la siguiente fórmula:

$$F_e = kx + F_1$$

en la cual k es el coeficiente de rigidez del muelle 4 y x la distancia de compresión del muelle 4 a partir de la posición inicial ilustrada en la figura 2A.

Por su parte, la fuerza centrífuga ejercida sobre cada órgano móvil 3 sigue la siguiente fórmula:

$$F_c = m\omega^2 r$$

en la cual m es la masa de cada órgano móvil 3, ω la velocidad angular del eje de transmisión, y r la distancia radial del centro de gravedad de cada órgano móvil 3 al eje de rotación X.

Si los órganos móviles 3 son sensiblemente idénticos, y sus puntos de contacto con el muelle 4 están a una distancia radial l del pivote P, la velocidad angular ω_1 de activación del dispositivo de protección mecánica puede ser calibrado según la siguiente fórmula:

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{F_1 l}{N m r_1 L}}$$

en la cual N representa el número de órganos móviles 3 (en el modo de realización ilustrado $N=2$).

Para obtener una aceleración radial del órgano móvil 3 hacia el exterior seguida de la activación del dispositivo de protección, el coeficiente de rigidez k será inferior al cociente de la tensión F_1 dividido por la posición inicial r_1 :

$$k < \frac{F_1}{r_1}$$

Como en el primero y el segundo modos de realización, con el fin de evitar una activación intempestiva del dispositivo de protección mecánica, la distancia radial r_1 puede corresponder a la ecuación:

$$r_1 \geq \frac{K\gamma}{\omega_n^2}$$

en la cual γ representa una aceleración externa predeterminada, K un coeficiente de seguridad, y ω_n una velocidad angular nominal del eje de transmisión inferior a la velocidad angular de activación.

5 Los órganos móviles 3 y el muelle 4 de este tercer modo de realización pueden ser calibrados por lo tanto sobre la base de estas fórmulas para activar el dispositivo de protección a una velocidad crítica ω_1 , al sobrepasar una sobre-velocidad $\Delta\omega$ predeterminada la velocidad nominal ω_n del eje de transmisión 1. A continuación de esta activación, el órgano móvil 3 se desplaza hacia una segunda posición situada radialmente en el exterior de la primera e ilustrada en la figura 3B.

10 Después del desplazamiento del órgano móvil 3 hasta la segunda posición, el eje de transmisión 1 puede efectuar un máximo de una semi-vuelta antes de que el extremo distal 3b de uno de los dos órganos móviles 3 vaya a golpear en su rotación alrededor del eje principal X el tope tangencial 8. El impacto del extremo distal 3b del órgano móvil 3 contra el tope tangencial 8 genera una sobrecarga instantánea en torsión del eje de transmisión 1 y la ruptura del elemento frangible 2, situado axialmente entre el primer órgano de acoplamiento 1a y el órgano móvil 3.

15 Un ejemplo de la aplicación de un dispositivo de protección mecánica según uno cualquiera del primero a tercero modos de realización está ilustrado en la figura 4A. En este ejemplo, un dispositivo como los ilustrados en las figuras precedentes se utiliza para proteger un turbomotor 10 contra una sobre-velocidad $\Delta\omega$. Este turbomotor 10 comprende un compresor 11 y una turbina 12, conectados por un eje motor 13, y una cámara de combustión 14 alimentada de carburante mediante una bomba de alimentación 15. El aire comprimido por el compresor 12 es suministrado a esta cámara de combustión 14, y la salida de los gases de combustión calientes por la turbina 12
20 sirve para accionar el eje motor 13 con un importante sobrante de potencia con respecto a la requerida para accionar el compresor 11. El eje motor 13 puede de esta manera estar conectado a otros dispositivos mecánicos para su accionamiento, como, por ejemplo, a un rotor de un helicóptero.

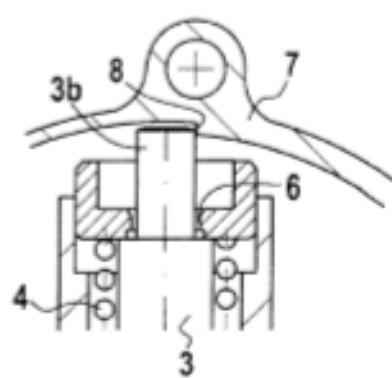
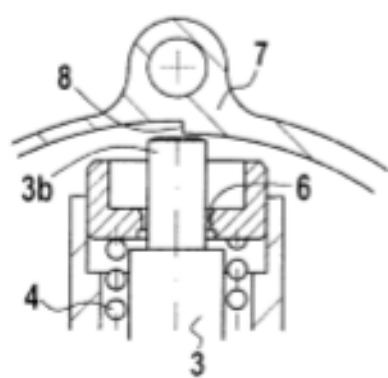
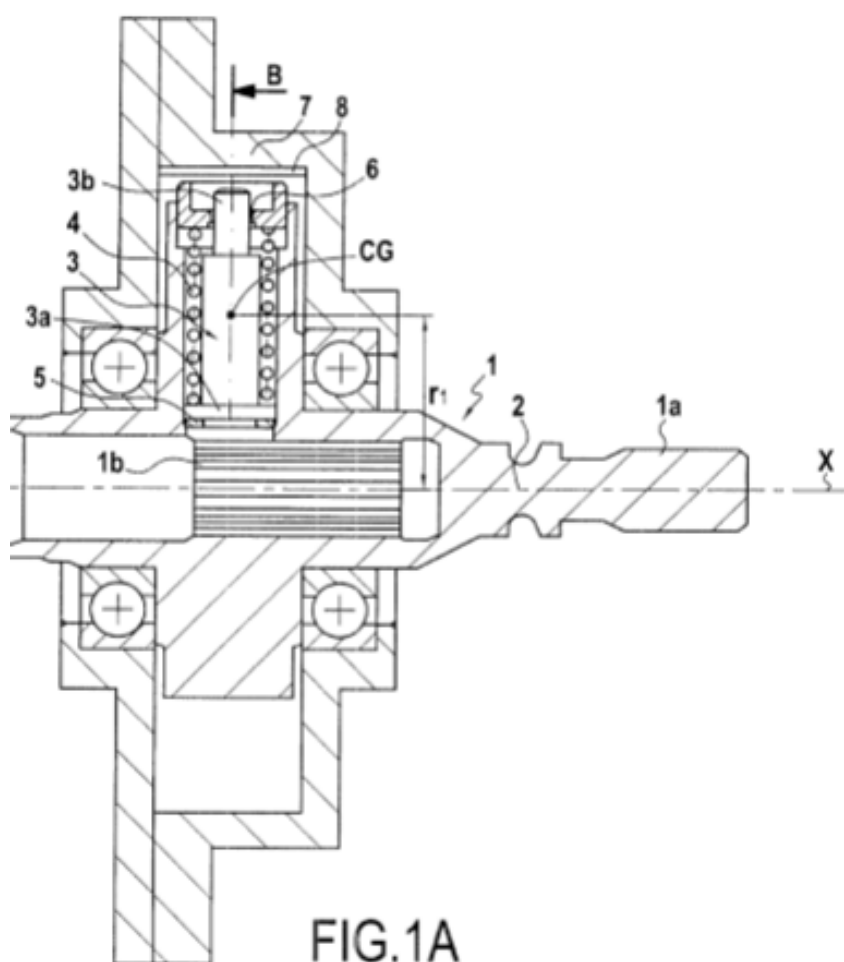
25 En el turbomotor 10 ilustrado, el eje de transmisión 1 está acoplado al eje motor 13 a través de una caja de velocidades para accesorios ACB. El eje de transmisión 1 está acoplado también a la bomba de alimentación 15 para su accionamiento. De esta manera, en funcionamiento, se deriva una potencia del eje motor 13 a través del eje de transmisión 1 para asegurar la alimentación de carburante la cámara de combustión 14.

30 Si se alcanza una sobre-velocidad predeterminada del eje motor 13, el eje de transmisión 1 alcanza la velocidad crítica ω_1 y rompe la sección frangible 2. De esta manera, el accionamiento de la bomba de alimentación 15 se interrumpe, como está ilustrado en la figura 4B, y se detiene el aporte de carburante a la cámara de combustión 14. Al no estar alimentado con carburante, el turbomotor 10 deja de producir una potencia de accionamiento del eje motor 13, y de esta manera se evita el embalamiento del eje motor 13.

35 Aunque el presente invento se haya descrito haciendo referencia a unos ejemplos de realización específicos, es evidente que se pueden efectuar diferentes modificaciones y cambios sobre estos ejemplos sin salirnos del alcance general del invento tal como está definido en las reivindicaciones. En particular, pueden combinarse características individuales de los diferentes modos de realización ilustrados en unos modos de realización adicionales. En consecuencia, la descripción y los dibujos deben ser considerados en un sentido ilustrativo más que restrictivo.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de protección mecánica que comprende un eje de transmisión (1) con un elemento (2, 2') frangible bajo los efectos de una sobrecarga en torsión, caracterizado porque incluye además al menos:
5 -un órgano móvil (3), solidario con el eje de transmisión (1) en rotación alrededor de un eje principal (X) y apto para desplazarse radialmente hacia el exterior con respecto al eje principal (X), desde una primera posición hasta una segunda posición;
 - un muelle (4) de tensión del órgano móvil (3) hacia la primera posición; y
 - un tope tangencial (8) apto para detener la rotación del órgano móvil (3) alrededor del eje principal (X) cuando el órgano móvil (3) está en la segunda posición;
10 y porque el órgano móvil (3) y el muelle (4) están calibrados para que, a partir de una velocidad angular de activación predeterminada, el órgano móvil (3) se desplace desde la primera hasta la segunda posición bajo los efectos de una fuerza centrífuga superior a una tensión del muelle (4).
2. Dispositivo de protección mecánica según la reivindicación 1, en el cual el órgano móvil (3) es apto para desplazarse desde la primera posición hasta la segunda posición por translación.
- 15 3. Dispositivo de protección mecánica según la reivindicación 1, en el cual el órgano móvil (3) es apto para desplazarse desde la primera posición hasta la segunda posición por pivotado.
4. Máquina que incluye un eje motor (13), una bomba de alimentación (15), y un dispositivo de protección mecánica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, en la cual el eje de transmisión (1) conecta el eje motor (13) con la bomba de alimentación (15) para el accionamiento de la citada bomba de alimentación (15).
- 20 5. Máquina según la reivindicación 4, en la cual la citada bomba de alimentación (15) es una bomba de alimentación de carburante.
6. Máquina según la reivindicación 5, en la cual el citado eje motor (11) está acoplado a una turbina (12) configurada para ser accionada por expansión de un fluido caliente por combustión del citado carburante.
7. Procedimiento de protección mecánica, que incluye las siguientes etapas:
25 - activación, a una cierta velocidad angular de un eje de transmisión (1), del desplazamiento de un órgano móvil (3) desde una primera posición hasta una segunda posición más exterior radialmente con respecto al eje de transmisión (1), bajo los efectos de una fuerza centrífuga y contra la tensión elástica de un muelle (4) de tensión del órgano móvil (3) en sentido opuesto a la fuerza centrífuga, girando el órgano móvil (3) con el eje de transmisión (1);
 - contacto del órgano móvil (3) en rotación, en la segunda posición, contra uno o varios topes tangenciales (8); y
30 - ruptura de un elemento frangible (2, 2') del eje de transmisión (1) bajo los efectos de una sobrecarga en torsión causada por el contacto del órgano móvil (3) contra el tope tangencial (8).
8. Procedimiento de protección mecánica según la reivindicación 7, en el cual el citado eje de transmisión (1) transmite una rotación de un eje motor (13) a una bomba de alimentación (15).
9. Procedimiento de protección mecánica según la reivindicación 8, en el cual la citada bomba de alimentación (15) alimenta de carburante una combustión cuya energía térmica sirve para hacer girar el eje motor (13).
- 35 10. Procedimiento de protección mecánica según la reivindicación 9, en el cual el citado eje motor (13) está accionado por una turbina (12), estando accionada la turbina (12) a su vez por la expansión de un fluido calentado por la citada combustión.



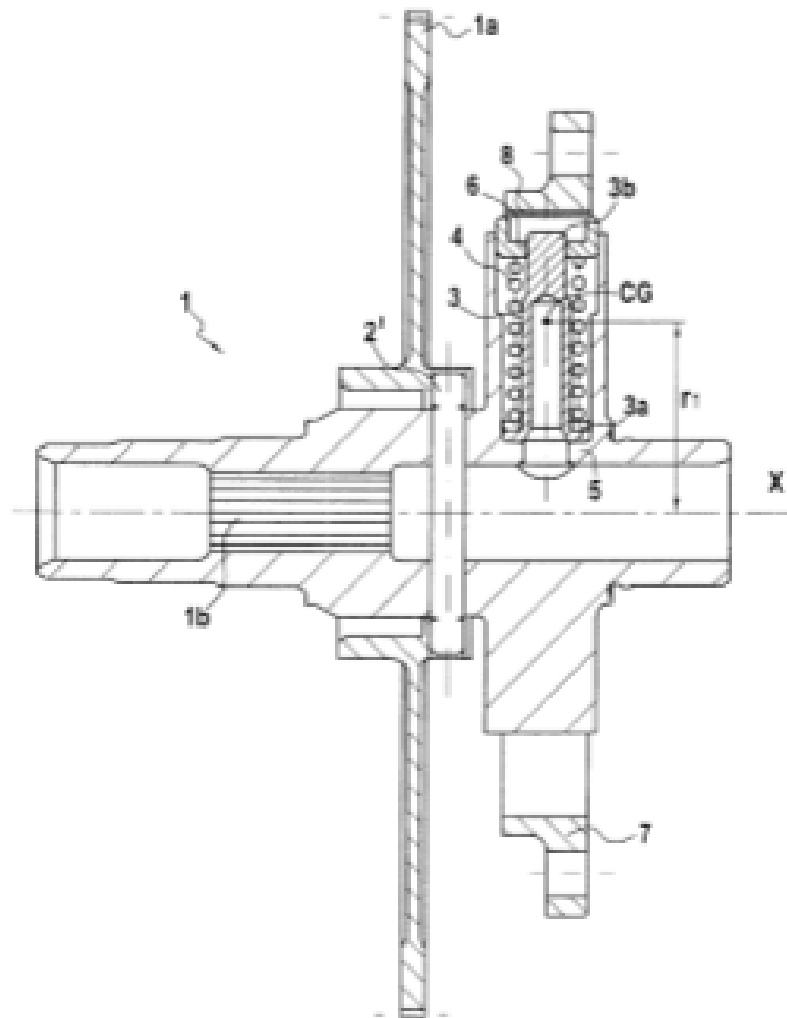


FIG.2

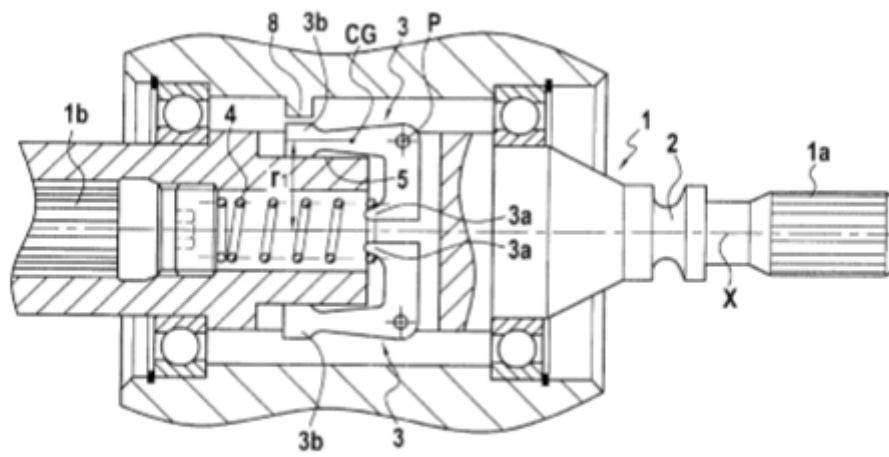


FIG. 3A

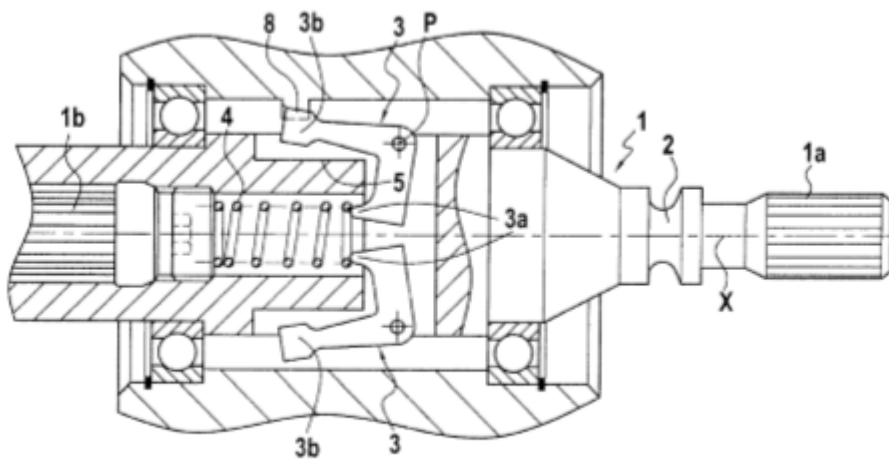


FIG. 3B

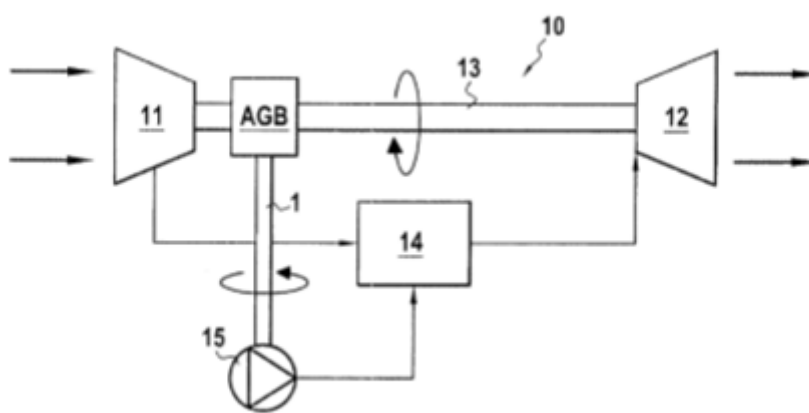


FIG. 4A

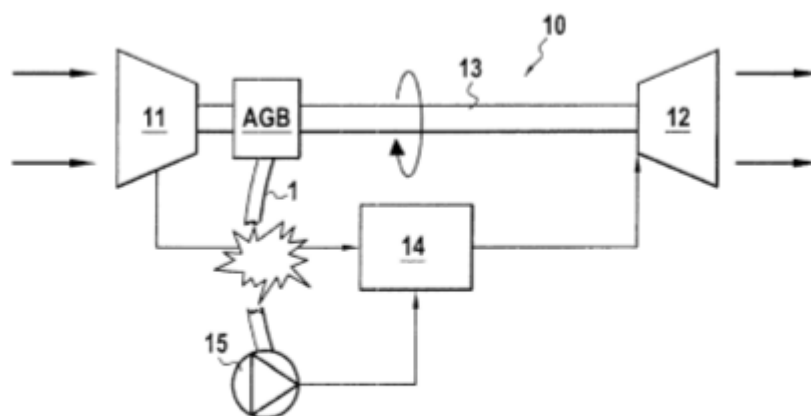


FIG. 4B