

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 712 863**

51 Int. Cl.:

F02K 3/12 (2006.01)

B64D 31/12 (2006.01)

F02C 3/10 (2006.01)

F02C 9/46 (2006.01)

F02C 9/56 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.03.2015 PCT/FR2015/050697**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.10.2015 WO15145041**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.03.2015 E 15717551 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.01.2019 EP 3123020**

54 Título: **Procedimiento de detección de un fallo de un primer turbo-motor de un helicóptero bimotor y de mando del segundo turbo-motor, y dispositivo correspondiente**

30 Prioridad:

27.03.2014 FR 1452642

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

16.05.2019

73 Titular/es:

**SAFRAN HELICOPTER ENGINES (100.0%)
64510 Bordes, FR**

72 Inventor/es:

**LESCHER, FABIEN;
MARIN, JEAN PHILIPPE, JACQUES y
ETCHEPARE, PHILIPPE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 712 863 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

Procedimiento de detección de un fallo de un primer turbo-motor de un helicóptero bimotor y de mando del segundo turbo-motor, y dispositivo correspondiente

Campo técnico de la invención

5 La invención se refiere a un procedimiento de regulación de los turbo-motores de un helicóptero bimotor. En particular, la invención se refiere a un procedimiento de detección de un fallo de un primer turbo-motor, llamado motor en avería, de un helicóptero bimotor, y de mando del segundo bimotor, llamado motor en buen estado. La invención se refiere igualmente a un helicóptero bimotor de palas rotativas que comprende un dispositivo de detección de un fallo de un primer turbo-motor y de mando de un segundo turbo-motor.

10 Antecedentes tecnológicos

El estado de la técnica comprende principalmente los documentos WO-A1-94/10619 y US-A-4 500 966.

15 Un helicóptero bimotor está equipado con dos turbo-motores que funcionan a regímenes que dependen de las condiciones de vuelo del helicóptero. Se sabe que un helicóptero bimotor puede presentar dos regímenes principales, un régimen conocido bajo el acrónimo inglés AEO (*All Engines Operative*), en el cual los dos turbo-motores funcionan normalmente en regímenes predeterminados, y un régimen conocido bajo el acrónimo inglés OEI (*One Engine Inoperative*), en el cual uno de los turbo-motores está averiado. Este régimen de OEI ocurre a continuación de la pérdida de un motor. Cuando se produce este acontecimiento, es necesario que el motor válido acelere rápidamente para que pueda suministrar su potencia máxima admisible en situación de urgencia y permitir así que el helicóptero haga frente a la situación peligrosa, y después poder continuar su vuelo.

20 En todo el texto que sigue, el turbo-motor que ha fallado será designado por los términos de « turbo-motor en avería » y el turbo-motor válido será designado por los términos de « turbo-motor en buen estado ».

Se plantea por tanto el problema técnico de minimizar el tiempo de duración que separa la detección de la pérdida repentina de potencia del turbo-motor en avería y la obtención de la potencia máxima en régimen de urgencia del turbo-motor en buen estado.

25 En efecto, cuanto más corta es esta duración, más seguro es el vuelo. Además, cuanto más corta es esta duración, más el helicóptero puede presentar una masa importante en el despegue. Hacer mínimo el tiempo duración que separa la detección de la pérdida de potencia del motor en avería de la obtención de la plena potencia del motor en buen estado presenta por tanto un doble interés.

30 Es sabido hoy detectar la pérdida de potencia del motor en avería por una comparación de los regímenes de funcionamiento de los dos turbo-motores. Si se detecta una desviación o diferencia predeterminada entre los dos regímenes de funcionamiento, el turbo-motor que presenta el régimen menos bueno es declarado en avería. Esta pérdida de potencia es detectada por la puesta en evidencia de una diferencia entre las velocidades de las turbinas de gas superior a un umbral predeterminado o de una diferencia entre los pares de los dos motores superior a un umbral predeterminado.

35 Una vez detectada la pérdida de potencia, el motor en buen estado es gobernado para alcanzar su régimen máximo en régimen de urgencia, que consiste en aumentar los topes máximos de par y de velocidad de la turbina de gas hasta los topes máximos autorizados. Como consecuencia, la caída de velocidad de rotación de las palas rotativas del helicóptero, a continuación de la pérdida del motor en avería, va a ocasionar, por medio de la regulación de la velocidad de las palas rotativas por parte del motor en buen estado, un aumento de la tasa de caudal de combustible.

40 Se plantea el problema técnico de proporcionar una mejor solución para minimizar más el tiempo de duración que separa la detección de la pérdida repentina de potencia del motor en avería y la obtención de la potencia máxima en régimen de urgencia del turbo-motor en buen estado.

Objetivos de la invención

45 La invención se propone proporcionar una solución eficaz y económica a este problema técnico.

En particular, la invención se propone proporcionar, en al menos un modo de realización de la invención, un procedimiento de detección de un fallo de un primer turbo-motor, según las etapas de la reivindicación 1, llamado turbo-motor en avería, de un helicóptero bimotor, y de gobierno o mando del segundo turbo-motor, llamado turbo-motor en buen estado, que minimice el tiempo de duración que separa la detección del fallo del motor averiado y la obtención de la plena potencia del motor en buen estado.

50 La invención se propone también proporcionar un helicóptero según las características de la reivindicación 11.

Compendio de la invención

Para hacer esto, la invención se refiere a un procedimiento de detección de un fallo de un primer turbo-motor, llamado motor en avería, de un helicóptero bimotor de palas rotativas, y de gobierno de un segundo turbo-motor, llamado motor en buen estado, comprendiendo cada motor topes de protección regulados por un dispositivo de regulación que definen un régimen de potencia máxima, caracterizado por que comprende

- 5 - una etapa de detección de un índice de avería del citado motor en avería,
- una etapa de modificación de dichos topes de protección del citado motor en buen estado y de los topes de protección correspondientes a un régimen monomotor, en caso de índice de avería detectado,
- una etapa de confirmación de una avería del citado motor en avería,
- 10 - una etapa de ordenar un aumento inmediato del caudal de alimentación de combustible del citado motor en buen estado, en caso de confirmación de la avería, de manera que se permita una aceleración del motor en buen estado sin esperar a una regulación automática del motor en buen estado a continuación de una caída de velocidad de las citada palas rotativas, resultante de la avería del motor en avería.

15 Un procedimiento según la invención permite por tanto que el motor en buen estado pase de una configuración bimotor hacia una configuración monomotor después que es detectado un índice de avería. Esta etapa de cambio de configuración es realizada por la modificación de los topes de protección del motor en topes de protección correspondientes al régimen monomotor. Una etapa subsiguiente de confirmación de avería es a continuación puesta en práctica y condiciona el mando del aumento inmediato del caudal de alimentación de combustible del motor en buen estado. Esta etapa de confirmación de avería permite garantizar que el helicóptero hace frente bien a una pérdida real de potencia, lo que evita ordenar una aceleración intempestiva del motor en buen estado, que puede de otro modo provocar un exceso de velocidad del rotor. Si se confirma la avería, el caudal de combustible del motor en buen estado es aumentado inmediatamente, lo que permite acelerar rápidamente el motor en buen estado, sin esperar a una regulación automática a continuación de la caída de velocidad de rotación de las aspas rotativas del helicóptero.

25 Un procedimiento según la invención permite por lo tanto detectar rápidamente una avería de un motor y alcanzar la plena potencia del motor en buen estado rápidamente después de la detección de la avería. Después de haber sido detectado un índice de avería, las protecciones del motor en buen estado son modificadas y aumentadas hacia los topes de protección correspondientes al régimen monomotor. Si se confirma la avería, la tasa de combustible es modificada. Estando el motor en buen estado ya en plena aceleración, por el hecho del aumento de los topes de protección, se alcanza rápidamente la plena potencia en régimen monomotor.

30 Un procedimiento según la invención presenta fases de detección de la avería del motor en avería y de mando del motor en buen estado que están imbricados uno en otro, lo que permite acortar el tiempo de duración entre la detección del fallo del citado motor en avería y la obtención de la plena potencia del citado motor en buen estado.

35 De manera conocida, cada turbo-motor comprende un generador de gas provisto de una cámara de una cámara de combustión, una turbina libre alimentada con gas por el generador de gas, y un árbol de salida accionado en rotación por la turbina libre. Los topes de protección de cada motor, que define el régimen de potencia máxima de este motor, corresponden típicamente a niveles de velocidad del generador de gas, del par motor y/o de la temperatura de la cámara de combustión. Estos topes de protección están regulados por un dispositivo de regulación conocido bajo el acrónimo inglés FADEC, por *Full Authority Digital Engine Control*. La etapa de modificación de los topes de protección permite modificar y, en la práctica aumentar, los límites máximos autorizados de estos diferentes parámetros – velocidad del generador de gas, par motor, temperatura de la cámara de combustión-. Estos topes presentan sus niveles correspondientes a un funcionamiento bimotor de sus niveles correspondientes a un funcionamiento monomotor.

Ventajosamente, según la invención, la etapa de detección de un índice de avería consiste en:

- 45 - recuperar, para cada motor, al menos una medida de al menos un parámetro representativo del régimen de funcionamiento de los motores,
- detectar una diferencia entre las citadas medidas superior, en valor absoluto, a un umbral predeterminado.

50 Esta etapa permite recuperar medidas de al menos un parámetro representativo del régimen de funcionamiento de cada motor y detectar una diferencia entre estas medidas que sea superior, en valor absoluto, a un umbral predeterminado. Un tal parámetro representativo del régimen de funcionamiento de los motores puede ser un parámetro medido o un parámetro estimado. Se puede tratar, por ejemplo, de la velocidad de rotación de la turbina de gas de cada motor, o del par ejercido por un árbol de salida de cada turbo-motor que pone en movimiento una caja de transmisión de potencia, o de la temperatura del gas a la entrada de la turbina libre de cada turbo-motor, o de la estimación de la cantidad de caudal dosificada, etc.

55 Ventajosamente y según esta variante, cada detección de una desviación entre las citadas medidas es modulada por al menos una variable, llamada variable de modulación, representativa de variaciones normales de las citadas

medidas durante un régimen de funcionamiento nominal de los motores.

5 Según esta variante ventajosa, cada medida de una desviación es modulada por una variable de modulación que permite tener en cuenta las variaciones normales de las medidas durante un régimen de funcionamiento nominal. Ello permite por tanto evitar las detecciones intempestivas de avería debida en realidad a variaciones normales de las medidas. Estas variables de modulación permiten por tanto integrar las variaciones normales de las medidas y por tanto disminuir el umbral a partir del que una desviación debe ser considerada como un índice de avería.

10 Ventajosamente y según esta variante, al menos una variable de modulación es elegida en el grupo siguiente; tipo de regímenes de los motores; tipo de equilibrado efectivo de los motores; proximidad de las medidas de las velocidades del árbol y del par de los motores de los valores máximos permitidos para estos motores; tasa de aceleración y desaceleración de los motores; retardo de transmisión de las citadas medidas de cada parámetro representativo del régimen de funcionamiento de los motores.

Cada una de estas variables de modulación permite tener en cuenta, durante la determinación de una desviación entre las medidas de un parámetro representativo del régimen de funcionamiento de los motores, condiciones en las cuales la media ha sido efectuada, y por tanto modular la medida de la desviación.

15 Ventajosamente, como variante o en combinación, un procedimiento según la invención comprende además una etapa de aprendizaje de desviaciones nominales entre las citadas medidas de al menos un parámetro representativo del régimen de funcionamiento de los motores, al curso de regímenes estabilizados de los motores citados, constituyendo dichas desviaciones nominales así determinadas una variable de modulación.

20 Una tal etapa de aprendizaje permite crear una base de aprendizaje que proporciona desviaciones entre las medidas de un parámetro representativo del régimen de funcionamiento de los motores, que no son representativos de una avería de uno de los motores. También, esta base a aprendizaje proporciona desviaciones normales en condición normal de funcionamiento. En otras palabras, esta base a aprendizaje permite afinar el umbral de detección a partir del cual una desviación debe ser considerada como un índice de avería.

25 Ventajosamente y según la invención, al menos un parámetro representativo del régimen de funcionamiento de un motor es una velocidad de rotación del citado generador de gas o un par ejercido por dicho árbol de salida del motor.

Según esta variante ventajosa, la etapa de detección de un índice de avería consiste en comparar los valores de las velocidades de las turbinas de gas y/o los pares ejercidos por los árboles de salida.

30 Ventajosamente según la invención, la etapa de modificación de los topes de protección del citado motor en buen estado hacia topes de protección correspondientes a un régimen monomotor consiste en aumentar el par ejercido por el citado árbol de salida y en aumentar la velocidad de rotación del citado generador de gas, para alcanzar valores nominales predeterminados correspondientes a un régimen monomotor de plena potencia.

Ventajosamente y según la invención, la etapa de confirmación de una avería de dicho primer motor consiste en verificar que se verifican una pluralidad de condiciones predeterminadas representativas de una pérdida real de potencia.

35 Ventajosamente y según esta variante, las citadas condiciones predeterminadas son las siguientes:

- una desviación señalada entre la velocidad de rotación del citado generador de gas de dicho motor en avería y la velocidad de rotación de dicho generador de gas del citado motor en buen estado es superior a la desviación medida en la citada etapa de detección de un índice para este parámetro,
- 40 - una desviación señalada entre el par de dicho árbol de salida del citado motor en avería y el par de dicho árbol de salida de dicho motor en buen estado es superior a una desviación medida en la citada etapa de detección de un índice,
- una velocidad de rotación de dicha turbina libre de dicho motor en avería es inferior a un valor de consigna predeterminado excluido de un desplazamiento predeterminado,
- 45 - una deriva temporal de la velocidad de rotación de dicho generador de gas del citado motor en buen estado superior a un umbral predeterminado,
- una deriva temporal de la velocidad de rotación del citado generador de gas de dicho motor en avería es inferior a un umbral predeterminado.

50 El conjunto de condiciones predeterminadas anteriormente mencionadas permite confirmar la avería del citado motor en avería. En otras palabras, permite discriminar una pérdida real de potencia en el motor en avería por otra causa que haya podido conducir a la detección de un índice de avería por haberse puesto en evidencia una desviación superior a un umbral predeterminado.

Ventajosamente y según la invención, dicha etapa de mando de un aumento del caudal de alimentación de

combustible de dicho motor en buen estado, consiste en conmutar una ley de anticipación de potencia, que vincula una medida del paso colectivo de las palas del citado helicóptero a una tasa de velocidad del citado generador de gas, en configuración bimotor, en una ley de anticipación en configuración monomotor.

5 Según esta variante, el aumento del caudal de combustible en el motor en buen estado consiste en conmutar una ley de anticipación de potencia en configuración bimotor en una ley de anticipación en configuración monomotor.

La invención se refiere a un helicóptero bimotor de paletas rotativas que comprende un dispositivo de detección de un fallo de un primer turbo-motor, llamado motor en avería, de un helicóptero bimotor, y de mando de un segundo turbo-motor, comprendiendo cada motor topes de protección regulados por un dispositivo de regulación que definen un régimen de potencia máxima, comprendiendo el citado motor en buen estado:

- 10
- un módulo de detección de un índice de avería del citado motor en avería,
 - un módulo de modificación de dichos topes de protección del citado motor en buen estado en topes de protección correspondientes a un régimen monomotor, en caso de índice de avería detectado,
 - un módulo de confirmación de una avería de dicho motor en avería,
- 15
- un módulo de mando de un aumento del caudal de alimentación de combustible de dicho motor en buen estado en caso de avería confirmada.

Un helicóptero según la invención pone ventajosamente en práctica un procedimiento según la invención, y un procedimiento según la invención es puesto en práctica ventajosamente por un helicóptero según la invención.

20 En todo el texto, se designa por módulo un elemento lógico, un subconjunto de un programa lógico que puede ser compilado separadamente, ya sea por una utilización independiente, ya sea por ser ensamblado con otros módulos de un programa, o un elemento material, o una combinación de un elemento material y de un sub-programa lógico. Un tal elemento material puede comprender un circuito integrado propio de una aplicación (más conocido bajo el acrónimo ASIC por la denominación inglesa *Application-Specific Integrated Circuit*) o un circuito lógico programable o cualquier material equivalente. De manera general, un módulo es pues un elemento (lógico y/o material) que permita asegurar una función.

25 La invención se refiere igualmente a un procedimiento de detección de un fallo de un primer turbo-motor de un helicóptero bimotor, y de mando de un segundo turbo-motor, un dispositivo correspondiente y un helicóptero que comprende un tal dispositivo, caracterizados en combinación por la totalidad o parte de las características mencionadas anteriormente o en lo que sigue.

Lista de figuras

- 30 Otros objetivos, características y ventajas de la invención se desprenderán de la lectura de la descripción que sigue, dada únicamente de modo no limitativo y que se refiere a las figuras adjuntas, en las cuales:
- la figura 1 es una vista esquemática de una estructura de bimotor para la puesta en práctica del procedimiento según un modo de realización de la invención,
 - La figura 2 es una vista esquemática de un procedimiento según un modo de realización de la invención.

35 Descripción detallada de un modo de realización de la invención.

La figura 1 ilustra esquemáticamente un ejemplo de arquitectura 100 de un helicóptero bimotor adaptado a la puesta en práctica de un procedimiento según la invención. Cada turbo-motor 4, 5 comprende respectivamente y de manera usual un generador 41, 51 de gas y una turbina libre 42, 52, alimentada por el generador 41, 51 de gas para suministrar potencia. La salida de las turbo-máquinas está vinculada a una caja 9 de transmisión de potencia. Cada

40 generador 41, 51 de gas comprende además una cámara 40, 50 de combustión alimentada de combustible por un circuito de distribución de combustible, no representado en la figura por fines de claridad.

Cada turbo-motor 4, 5 está acoplado a medios de accionamiento E1, E2 y a dispositivos de asistencia de urgencia U1, U2.

45 Cada medio de accionamiento E1, E2 en rotación del generador de gas respectivo 41, 51 puede estar constituido por un arrancador alimentado respectivamente por un dispositivo arrancador/generador de que está equipada la otra turbo-máquina.

Los medios de accionamiento E1, E2, los dispositivos de asistencia de urgencia U1, U2 y los mandos de las turbo-máquinas 4, 5 son gobernados por un dispositivo 8 de regulación. Este dispositivo de regulación está adaptado para regular los topes de protección que definen el régimen de potencia máxima de cada motor.

50 La figura 2 es una representación esquemática de un procedimiento según un modo de realización de la invención.

Un procedimiento según este modo de realización de la invención comprende una etapa 10 de detección de un índice de avería del primer turbo-motor 4, llamado motor en avería, para la medición de una desviación superior a un umbral predeterminado entre los valores suministrados por el turbo-motor 4 en avería y el turbo-motor 5 en buen estado, para al menos un parámetro representativo del régimen de funcionamiento de los motores 4, 5.

5 En todo el texto, los términos « motor » y « turbo-motor » son sinónimos y son por lo tanto utilizador para designar un dispositivo que proporciona potencia para un helicóptero. Los bloques 4, 5 de la figura 2 representan respectivamente el turbo-motor en avería y el turbo-motor en buen estado, comprendidos en ellos los órganos de potencia y de mando. La figura 2 no pretende más que presentar la secuencia de las etapas del procedimiento y las principales interacciones con los dos turbo-motores.

10 El procedimiento comprende además una etapa 11 de modificación y de aumento de los topes de protección del turbo-motor 5 en buen estado hacia los topes de protección correspondientes a un régimen monomotor de plena potencia. Esta modificación de los topes se efectúa en caso de índice de avería detectado en la etapa 10. Estos topes de protección son la velocidad de rotación del generador de gas, el par del árbol de salida y la temperatura de la cámara de combustión.

15 El procedimiento comprende además una etapa de 12 de confirmación de la avería del turbo-motor 4 en avería por la medición de una desviación superior a un umbral predeterminado entre los valores suministrados por el turbo-motor 4 en avería y el turbo-motor 5 en buen estado, para una pluralidad de parámetros representativos del régimen de funcionamiento de los motores.

20 Finalmente, el procedimiento comprende una etapa 13 de mando de un aumento del caudal de alimentación de combustible del turbo-motor 5 en buen estado en caso de avería confirmada.

Ahora se va a describir cada etapa con detalle.

25 La etapa 10 de detección de un índice de avería consiste en recuperar, para cada motor 4, 5, una medida de al menos un parámetro representativo del régimen de funcionamiento de los motores y en detectar una desviación entre las citadas medidas superior, en un valor absoluto, a un umbral predeterminado. Este parámetro es, por ejemplo, la velocidad de rotación del generador 41, 51 de gas de cada motor o el par del árbol de salida.

30 La medida de la desviación entre los valores es modulada por al menos una variable 20 de modulación representativa de variaciones normales de las medidas durante un régimen de funcionamiento nominal de los motores 4, 5. Esta variable 20 es, por ejemplo, representativa del tipo de regímenes motores, del tipo de equilibrado efectivo de los motores, de la proximidad de las medidas de las velocidades del árbol y del par de los motores, de los valores máximos autorizados para estos motores, de la tasa de aceleración y de la desaceleración de los motores o del retraso de la transmisión de dichas medidas de cada parámetro representativo del régimen de funcionamiento de los motores.

35 En la etapa 10 de detección de un índice es pues calculada la desviación entre los valores proporcionados por los motores, después modulada por la variable 20 de modulación. Si es revela una desviación superior a un umbral predeterminado, entonces se detecta un índice de avería del motor 4.

Por ejemplo, si se considera la velocidad de rotación del generador de gas y, según un modo de realización, el umbral predeterminado a partir del cual una desviación se considera suficientemente significativa para caracterizar una avería, es de 1%. Si se considera el par motor, el umbral predeterminado se fija en 7%.

40 La etapa 11 consiste entonces en ordenar la plena potencia del motor 5 de tal manera que alcance valores nominales de funcionamiento monomotor, para paliar el fallo del motor 4. De manera usual, esta orden se propone aumentar la velocidad de rotación de la turbina de gas y el par de salida del turbo-motor.

45 La etapa 12 consiste en verificar que el motor 4 está claramente en avería. Para hacer esto, se han efectuado las siguientes pruebas. Se verifica que una desviación indicada entre la velocidad de rotación del generador 41 de gas del motor 4 en avería y la velocidad de rotación del generador 51 de gas del motor 5 en buen estado es superior a la desviación medida en la etapa 10 de detección de un índice cuando el parámetro representativo del régimen de funcionamiento de los motores es la velocidad de rotación de los generadores de gas de los motores. Se verifica también que la desviación indicada entre el par del árbol de salida del motor 4 en avería y el par del árbol de salida del motor 5 en buen estado es superior a la desviación medida en el curso de la etapa de detección de un índice cuando el parámetro representativo del régimen de funcionamiento de los motores es el par de los motores. Se verifica también que la velocidad de rotación de la turbina libre 42 del motor 4 en avería es inferior a un valor de consigna predeterminado obtenido de un desplazamiento predeterminado (por ejemplo, esté desplazamiento se fija en 0,75% de la velocidad de la turbina libre y el valor de consigna es la velocidad nominal de la turbina libre). Se verifica también que la deriva temporal de la velocidad de rotación del generador 51 de gas del motor 5 en buen estado es superior a un umbral predeterminado (por ejemplo, el umbral predeterminado para la deriva temporal del motor en buen estado se fija en 1% de la velocidad del generador de gas por segundo). Se verifica finalmente que la deriva temporal de la velocidad de rotación del generador 41 de gas del motor 4 en avería es inferior a un umbral predeterminado (por ejemplo, el umbral predeterminado para la deriva temporal del motor en avería se fija en 5% de

la velocidad del generador de gas por segundo).

Si se verifica el conjunto de condiciones anteriormente mencionadas, la avería del motor 4 se confirma y se inicia una orden con destino al motor 5 en buen estado para aumentar el caudal de combustible del motor 5 en buen estado.

5 Según un modo de realización de la invención, este aumento del caudal de combustible es obtenido mediante la conmutación de una ley de anticipación de potencia, que vincula una medida del paso colectivo de las palas del helicóptero bimotor a una tasa de velocidad del generador 51 de gas, en configuración bimotor, en una ley de anticipación en configuración monomotor. Esta conmutación de leyes de anticipación engendra un salto de consigna de caudal que hace acelerar súbitamente el motor 5 en buen estado, al tiempo que se garantizan las protecciones del motor 5 (velocidad máxima, par máximo, temperatura máxima, ausencia de bombeo, etc.).

10 Un procedimiento según la invención se pone en práctica ventajosamente por medio de un dispositivo de detección de un fallo del primer turbo-motor en avería, de un helicóptero bimotor, y del mando del segundo turbo-motor en buen estado, que comprende:

- un módulo de detección de un índice de avería del citado motor en avería,
- un módulo de modificación de los citados topes de protección del citado motor en buen estado y de los topes de protección correspondientes a un régimen monomotor, en caso de índice de avería detectado,
- 15 - un módulo de confirmación de una avería de dicho motor en avería,
- un módulo de mando de un aumento del caudal de alimentación de combustible de dicho motor en buen estado en caso de avería confirmada.

20 Según un modo de realización ventajoso, este dispositivo está alojado en el dispositivo 8 de regulación y este dispositivo 8 de regulación hace la función de módulo de detección, de módulo de modificación de los topes, de módulo de confirmación de avería y de módulo de mando.

25 Según un modo de realización ventajoso, el dispositivo comprende un producto de programa de ordenador telecargable desde una red de comunicación y/o registrado sobre un soporte legible por ordenador y/o ejecutable por un procesador, que comprende instrucciones de código de programa para la puesta en práctica del procedimiento según la invención, cuando dicho programa es ejecutado en un ordenador. Este producto de programa de ordenador está destinado, por ejemplo, a ser ejecutado por el dispositivo 8 de regulación.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de detección de un fallo de un primer turbo-motor, llamado motor (4) en avería, de un helicóptero bimotor de palas rotativas, y de mando de un segundo turbo-motor, llamado motor (5) en buen estado, comprendiendo cada motor (4, 5) topes de protección regulados por un dispositivo (8) de regulación, que definen un régimen de potencia máximo, caracterizado por que comprende:
- 5 - una etapa (10) de detección de un índice de avería del citado motor (4) en avería,
 - una etapa (11) de modificación de dichos topes de protección del citado motor (5) en buen estado en topes de protección correspondientes a un régimen monomotor de potencia máxima, en caso de índice de avería detectado,
 - 10 - una etapa (12) de confirmación de una avería de dicho motor (4) en avería,
 - una etapa (13) de ordenar un aumento inmediato del caudal de alimentación de combustible a dicho motor (5) en buen estado, en caso de avería confirmada, de manera que se permita una aceleración del motor en buen estado sin esperar a una regulación automática del motor en buen estado a continuación de un descenso de velocidad de dichas palas giratorias, resultante de la avería del motor en avería.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la citada etapa (10) de detección de un índice de avería consiste en:
- recuperar, para cada motor, al menos una medida de al menos un parámetro representativo del régimen de funcionamiento de los motores,
 - detectar una desviación entre las citadas medidas superior, en valor absoluto, a un umbral predeterminado.
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que cada detección de una desviación entre dichas medidas es modulada por al menos una variable, llamada variable (20) de modulación, representativa de variaciones normales de las citadas medidas durante un régimen de funcionamiento nominal de los motores (4, 5).
4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que al menos una variable (20) de modulación es elegida del grupo siguiente: tipo de regímenes de los motores (4, 5); tipo de equilibrado efectivo de los motores (4, 5); proximidad de las medidas de las velocidades del árbol y de par de los motores (4, 5), de los valores máximos permitidos para estos motores; tasa de aceleración y de desaceleración de los motores (4, 5); retardo de transmisión de las citadas medidas de cada parámetro representativo del régimen de funcionamiento de los motores.
- 25 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 o 4, caracterizado por que comprende además una etapa de aprendizaje de desviaciones nominales entre dichas medidas de al menos un parámetro representativo del régimen de funcionamiento de los motores (4, 5), en el curso de regímenes estabilizados de dichos motores, constituyendo las citadas desviaciones nominales así determinadas una variable de modulación (20).
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 5, en el cual cada motor comprende un generador de gas que alimenta una turbina libre que acciona en rotación un árbol de salida, caracterizado por que al menos un parámetro representativo del régimen de funcionamiento de un motor (4, 5) es una velocidad de rotación de dicho generador de gas o un par ejercido por dicho árbol de salida de este motor.
- 35 7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que la citada etapa (11) de modificación de los topes de protección de dicho motor (5) en topes correspondientes a un régimen monomotor consiste en aumentar el par ejercido por dicho árbol de salida y en aumentar la velocidad de rotación del citado generador (51) de gas, para alcanzar valores nominales predeterminados correspondientes a un régimen monomotor de potencia máxima.
- 40 8. Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que la citada etapa (12) de confirmación de una avería de dicho primer motor consiste en verificar que es verificada una pluralidad de condiciones predeterminadas representativas de una pérdida real de potencia.
9. Procedimiento según las reivindicaciones 6 y 8 tomadas conjuntamente, caracterizado por que dichas condiciones predeterminadas son las siguientes:
- 45 - una desviación confirmada entre la velocidad de rotación del dicho generador (41) de gas del citado motor (4) en avería y la velocidad de rotación del citado generador (51) de gas de dicho motor (5) en buen estado superior a la desviación medida en la citada etapa (10) de detección de un índice para este parámetro,
 - una desviación confirmada entre el par de dicho árbol de salida del citado motor (4) en avería y el par de dicho árbol de salida del motor (5) en buen estado es superior a la desviación medida en la citada etapa (10) de detección de un índice,
 - 50 - una velocidad de rotación de dicha turbina (42) libre de dicho motor (4) en avería es inferior a un valor de

consigna predeterminado excluido de un desplazamiento predeterminado,

- una deriva temporal de la velocidad de rotación de dicho generador (51) de gas de dicho motor (5) en buen estado es superior a un umbral predeterminado,

5 - una deriva temporal de la velocidad de rotación de dicho generador (41) de gas de dicho motor (4) en avería es inferior a un umbral predeterminado.

10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado por que la citada etapa (13) de mando de un aumento del caudal de alimentación de combustible de dicho motor (5) en buen estado, consiste en conmutar una ley de anticipación de potencia, que vincula una medida del paso colectivo de las palas del citado helicóptero a una consigna de velocidad del citado generador de gas, en configuración bimotor, en una ley de anticipación en configuración monomotor.

15 11. Helicóptero bimotor de palas giratorias que comprende al menos un primer turbo-motor, llamado motor (4) en avería, y al menos un segundo turbo-motor, llamado motor (5) en buen estado, comprendiendo cada motor (4, 5) topes de protección regulados por un dispositivo (8) de regulación, que definen un régimen de potencia máxima, caracterizado por que comprende un dispositivo de detección de un fallo del citado motor (4) en avería y de mando del citado motor (5) en buen estado, comprendiendo dicho dispositivo:

- un módulo de detección de un índice de avería de dicho motor (4) en avería,

- un módulo de aumento de los topes de protección del citado motor (5) en buen estado en topes correspondientes a un régimen monomotor, en caso de índice de avería detectado,

- un módulo de confirmación de una avería de dicho motor (4) en avería,

20 - un módulo de mando de un aumento inmediato del caudal de alimentación de combustible de dicho motor (5) en buen estado, en caso de avería confirmada, de manera que se permita una aceleración del motor (5) en buen estado sin esperar una regulación automática del motor (5) en buen estado a continuación de una caída de velocidad de dichas palas rotativas, resultante de la avería del motor (4) en avería.

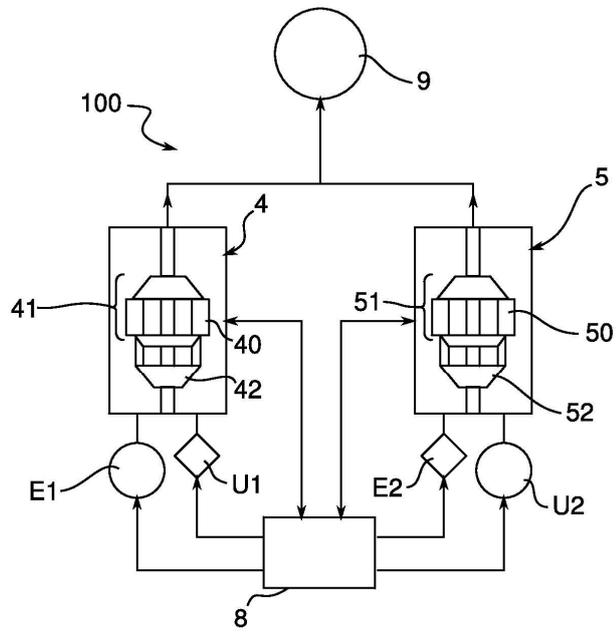


Figura 1

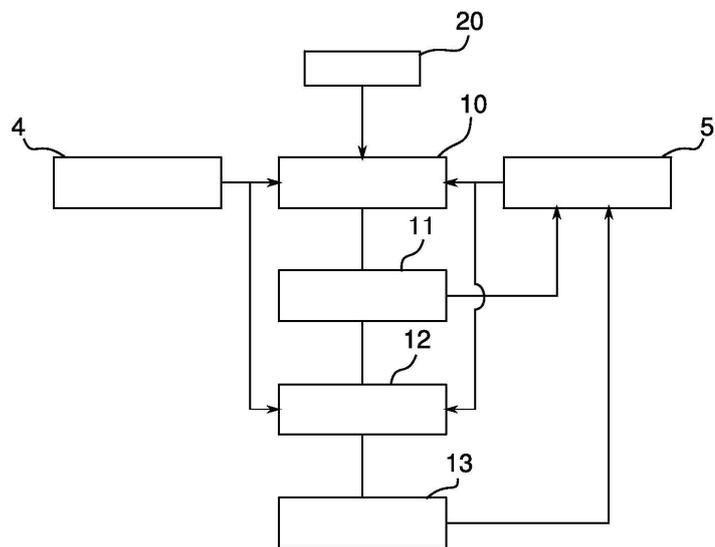


Figura 2