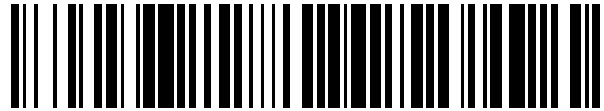


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 703 234**

51 Int. Cl.:

F02C 3/10 (2006.01)

F02C 7/275 (2006.01)

F02C 7/36 (2006.01)

F02C 9/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.03.2015 PCT/FR2015/050766**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.10.2015 WO15145076**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.03.2015 E 15725705 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2018 EP 3123009**

54 Título: **Dispositivo de asistencia a una turbomáquina de turbina libre de aeronave**

30 Prioridad:

27.03.2014 FR 1400752

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.03.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**POUMAREDE, VINCENT;
BAZET, JEAN-MICHEL y
KLONOWSKI, THOMAS**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 703 234 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 asistencia a una turbomáquina de turbina libre de aeronave

Contexto técnico

- 5 La invención se encuentra dentro del campo de las turbomáquinas de turbina libre para aeronaves que comprenden varias turbomáquinas. La aeronave puede ser concretamente un helicóptero. Como recordatorio, un motor de reacción de turbina libre comprende una turbina de potencia o turbina libre que, en un helicóptero, arrastra sus rotores por medio de una rueda libre y una caja de transmisión principal (designada en lo que sigue como BTP).
- La turbomáquina comprende además un generador de gas que incluye un compresor, una cámara de combustión y una turbina de alta presión (HP).
- 10 Un reductor mecánico o una caja de engranajes hace que sea posible conectar el eje del generador de gas a una máquina eléctrica que comprende un estator y un rotor, que puede funcionar como un motor (de arranque) o como un generador.
- En el modo motor, esta máquina eléctrica está alimentada por una fuente de energía eléctrica y desarrolla un par motor para arrastrar giratoriamente al generador de gas de la turbomáquina, en particular para asegurar su arranque, realizando por tanto, una asistencia al arranque.
- 15 En el modo generador, la máquina eléctrica es arrastrada giratoriamente por el generador de gas para extraer de este último una energía mecánica que a continuación es convertida en energía eléctrica.
- En la patente de los EE. UU. 2013219905, se propone para una aeronave equipada con dos turbomáquinas en situación de vuelo de crucero, poner una de las dos turbomáquinas en régimen de espera. Debido a la rueda libre, la turbina libre y la caja de transmisión están desincronizadas. Paralelamente, aumenta el régimen de la otra turbomáquina (o de las otras turbomáquinas), lo que hace posible mantener las condiciones normales de vuelo. El consumo total de combustible del sistema se reduce porque el consumo específico de la turbomáquina mantenida en funcionamiento es de esta manera menor.
- 20 Se han propuesto diversas variantes de este régimen de espera.
- 25 En una primera variante, el generador de gas de la turbina de gas desincronizada puede ser regulado, aportando combustible, a un ralenti ligero. Esto se puede hacer con o sin la aplicación adicional de un par motor de asistencia de potencia prolongada (asistencia de giro de velocidad constante) al generador de gas por medio de la máquina eléctrica y de la caja de engranajes.
- 30 En una segunda variante, se propone alternativamente apagar completamente la cámara de combustión de la turbomáquina mientras se mantiene, con la asistencia de la máquina giratoria, el generador de gas girando a una velocidad que facilite el reencendido al final de la fase de vuelo de crucero. Se trata además de una asistencia prolongada (asistencia al giro a velocidad constante).
- Estos modos de operación son susceptibles de ser mantenidos durante la duración del vuelo de crucero.
- 35 Un re arranque normal de la turbomáquina desincronizada es por tanto análogo respecto a las prestaciones requeridas de la máquina giratoria que acciona el generador de gas, a la función de arranque habitual en el suelo. Tal re arranque normal requiere generalmente unas pocas decenas de segundos entre el inicio del arranque y el momento en que el turbomotor o turboeje ha alcanzado un régimen suficiente para generar potencia útil en la turbina libre. Se realiza, por ejemplo, para llevar a cabo una maniobra prevista con un cierto tiempo de antelación y cuya ejecución requiere el funcionamiento simultáneo de las dos turbomáquinas, como en un aterrizaje.
- 40 Este re arranque requiere una aceleración del giro del generador de gas de la turbomáquina. Dicha aceleración se consigue aumentando el flujo de combustible.
- Sin embargo, a veces es necesario reactivar rápidamente la turbomáquina desincronizada, especialmente en una situación de emergencia, por ejemplo, en caso de fallo de otra turbomáquina, si hay tres o más turbomáquinas en total, o de la otra turbomáquina si las turbomáquinas son dos. El tiempo máximo permitido, para satisfacer los requisitos de seguridad, entre la demanda de arranque de emergencia y el momento en que el turbomotor así reiniciado puede entregar potencia útil es generalmente de menos de 10 segundos.
- 45 Esta necesidad de volver a arrancar rápidamente la turbomáquina apagada es, en particular, la razón para mantener el generador de gas girando a una velocidad que facilite un nuevo encendido durante los regímenes de funcionamiento en los que la cámara de combustión está apagada.
- 50 Pero que el generador de gas se encuentre en un régimen de baja velocidad o con la cámara de combustión apagada, es preferible, en particular para el re arranque de emergencia, aplicar al eje del generador de gas una potencia elevada debido a la gran inercia de los conjuntos giratorios y el par resistente del compresor de la turbomáquina. Esta potencia

debe ser entregada durante un corto tiempo, del orden de unos segundos. Se estima que la potencia desarrollada por el sistema de arranque de emergencia debe ser, durante este lapso de tiempo, del orden de 5 a 10 veces mayor que la necesaria para un arranque normal.

5 En la patente de los EE. UU. 2013219905 se ha sugerido utilizar, entre otras soluciones, energía eléctrica, en particular un supercondensador, que proporcione asistencia ocasional a la aceleración rotacional del generador de gas. En general, dado que se necesita una gran potencia, resulta ventajoso disponer de un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica capaz de movilizar una gran energía durante un corto lapso de tiempo. La energía eléctrica se aplica por medio de una máquina de arranque giratoria.

10 En la patente de los EE. UU. 2013086919, se ha propuesto además utilizar dos supercondensadores, cada uno de ellos cargado respectivamente por un generador eléctrico accionado por el generador de gas de una de las turbomáquinas, y cada uno sirve, ocasionalmente, para arrancar otra turbomáquina a partir de un estado apagado de ésta.

15 En la patente de los EE. UU. 2010058731, se proporciona una asistencia ocasional al generador de gas de un turbomotor, en particular alimentando energía mecánica al generador de gas por medio de una máquina eléctrica accionada giratoriamente por la turbina libre.

La patente de los EE. UU. 2013219905 describe también un dispositivo de asistencia para una turbomáquina.

Por tanto, se han propuesto soluciones para proporcionar la alta potencia necesaria para el re arranque de emergencia de una turbomáquina.

20 Pero en este contexto, dados los desafíos de seguridad, es comprensible que los sistemas de arranque de emergencia deben garantizar un alto nivel de disponibilidad.

De hecho, en caso de pérdida de potencia solamente en el turbomotor que asegura la propulsión del helicóptero, la imposibilidad de volver a arrancar en emergencia el turbomotor inicialmente en régimen de espera puede traducirse en la pérdida total de la potencia motora.

25 Este requisito de alta disponibilidad puede ser aplicado también a la función de arranque normal de una turbomáquina en espera.

De hecho, cuando el segundo turbomotor funciona de manera nominal, la imposibilidad de volver a arrancar normalmente la turbomáquina inicialmente en modo de espera a la condición de vuelo con dos motores, en particular para preparar el aterrizaje, da lugar al uso de los sistemas de control de emergencia OEI (One Engine Inoperative, o un motor inoperativo) del turbomotor en funcionamiento.

30 Esta situación debe evitarse porque aumenta la carga de trabajo de la tripulación y el uso de los regímenes de emergencia OEI es muy perjudicial para el turbomotor.

Definición de la invención y ventajas asociadas.

Para resolver estos problemas, se propone un dispositivo de asistencia para una turbomáquina de turbina libre de aeronave según se define en la primera reivindicación.

35 Cabe señalar que, según lo que se ha presentado anteriormente, la primera asistencia es una asistencia al movimiento giratorio, mediante el arrastre mecánico del generador de gas por el rotor del motor de arranque giratorio, y la segunda asistencia es también una asistencia al movimiento giratorio, mediante el arrastre mecánico del generador de gas por un rotor de máquina de arranque giratoria, que puede ser la máquina de arranque giratoria ya mencionada o una máquina de arranque giratoria.

40 Gracias a estas características, si el circuito que comprende el primer devanado y su alimentación falla (o, en general, es insuficiente), se produce una pérdida (o insuficiencia) total o parcial de la capacidad de asistencia al generador de gas con la asistencia del primer devanado, entonces es posible superarla con la asistencia del segundo devanado y su circuito de alimentación.

45 El o los motores de arranque giratorios pueden ser de corriente alterna o de corriente continua. Los devanados pueden ser de rotor o de estator, dependiendo de la estructura de la máquina giratoria utilizada.

La alimentación del segundo devanado puede realizarse utilizando elementos que también se utilizan para alimentar el primer devanado, pero los circuitos de alimentación pueden estar también completamente separados y segregados, lo que resulta ventajoso. Este punto se desarrolla a continuación.

50 Para detectar la insuficiencia de la primera asistencia, se utilizan medios de supervisión que supervisan uno o más elementos de la cadena de alimentación de energía que alimentan electricidad al arrancador giratorio, al sistema de supervisión de la turbomáquina y/o a la turbomáquina misma.

Según una realización ventajosa, el dispositivo de asistencia comprende la máquina de arranque giratoria y, además, una tercera máquina de arranque giratoria para proporcionar asistencia a la aceleración del generador de gas de una segunda turbomáquina de la aeronave, el segundo devanado está conectado eléctricamente en derivación de dicha tercera máquina giratoria a una misma vía de alimentación eléctrica.

5 Esto permite agrupar las fuentes de energía y los medios de alimentación de energía y, por tanto, reducir la masa de los elementos necesarios. En particular, la fuente de energía en cuestión puede ser la fuente utilizada prioritariamente para el re arranque de la segunda turbomáquina, y que, por tanto, es utilizada como garantía del re arranque de la primera turbomáquina, si falla su circuito de re arranque que utiliza el primer devanado. La fuente puede ser un dispositivo de almacenamiento de energía, útil en particular para el re arranque de emergencia.

10 El dispositivo de asistencia puede comprender un convertidor de corriente y está de preferencia configurado de manera que un convertidor de corriente transmita energía eléctrica al segundo devanado de la máquina de arranque giratoria o, exclusivamente, a la tercera máquina de arranque giratoria. Esta configuración puede ser realizada utilizando un par de contactores comprendidos en el dispositivo de asistencia y no puede estar en la posición cerrada de manera simultánea, para obtener la transmisión de energía eléctrica exclusiva al segundo devanado o a la tercera máquina de arranque giratoria.

15 En una realización, dicha máquina de arranque giratoria, comprendida en el dispositivo de asistencia, es una máquina giratoria de corriente alterna con tolerancia a fallos ("fault tolerant") conocida como máquina de doble devanado o máquina de doble estrella, el segundo devanado es su segundo devanado.

20 Como es conocido en la técnica, estas máquinas giratorias de corriente alterna síncronas o asíncronas se caracterizan por dos conjuntos independientes de arrollamientos de estator trifásicos, devanados en el mismo circuito magnético, cada devanado alimentado por su propio convertidor de corriente DC/AC. Aunque tiene muchas variantes arquitectónicas, el diseño de estas máquinas se basa en el principio general de garantizar un alto nivel de aislamiento eléctrico y segregación física, térmica y magnética entre cada una de estos dos devanados. Esta separación hace posible garantizar que un fallo eléctrico como, por ejemplo, un cortocircuito o un circuito abierto, que ocurra en el primer devanado o en su convertidor de corriente DC/AC, no tenga repercusión funcional en el segundo devanado y, por tanto, en la capacidad del arrancador para entregar un par de asistencia al generador de gas. Al agrupar el circuito magnético del estator así como los elementos mecánicos como el rotor, los apoyos y la estructura (envuelta), una máquina giratoria de este tipo es sustancialmente más compacta y más ligera que un conjunto de dos máquinas completamente independientes de prestaciones totales equivalentes, mientras que ofrece una gran tolerancia respecto a fallos internos de energía o a fallos del convertidor de alimentación.

25 La utilización de una máquina de doble devanado permite también configurar una sola máquina giratoria, lo que simplifica el montaje de la turbomáquina en la caja de engranajes.

En una realización, el primer devanado está dimensionado para permitir la asistencia a la aceleración con unas prestaciones más altas que las proporcionadas por el segundo devanado.

35 Por tanto, la máquina de arranque giratoria puede ser dimensionada para permitir un arranque de emergencia (arranque rápido) de la turbomáquina con la única alimentación eléctrica de dicho primer devanado, mientras que mantiene un dimensionamiento razonable del conjunto y siempre permite una redundancia capacidades de arranque en situación no urgente (arranque normal).

40 En una realización, el segundo devanado está dimensionado para permitir una asistencia a la aceleración con unas prestaciones similares a las proporcionadas por el primer devanado.

Por tanto, hay una redundancia completa de las capacidades del re arranque, incluyendo, si los devanados y el circuito magnético están dimensionados para esta tarea, la capacidad de un re arranque de emergencia.

En una realización, el dispositivo de asistencia comprende dos convertidores de corriente para transmitir cada uno energía eléctrica de manera controlada a dichos primero y segundo devanados, respectivamente.

45 Esto permite una transición fina entre las dos asistencias en caso de detección de deficiencia del primer circuito. Esto permite también la conducción de una asistencia a la aceleración utilizando los dos devanados, lo que es particularmente útil en una situación de emergencia, ya que pueden beneficiarse simultáneamente de esta aceleración de la potencia desarrollada en cada uno de los dos devanados.

50 En una realización, el dispositivo de asistencia comprende una primera fuente de energía eléctrica para alimentar al primer o al segundo devanado respectivamente, y el dispositivo de asistencia está configurado además de manera que el segundo o, respectivamente, el primer devanado puede ser alimentado por una segunda fuente de energía distinta de la primera fuente de energía, lo que ofrece mayor seguridad en caso de fallo de una de las fuentes de energía o de su conexión eléctrica.

55 En una realización, el dispositivo comprende además una tercera máquina de arranque giratoria para proporcionar asistencia a la aceleración al generador de gas de una segunda turbomáquina de la aeronave, dicha tercera máquina

giratoria comprende un devanado denominado tercer devanado, el dispositivo de asistencia comprende además una fuente de energía eléctrica configurada para alimentar, a voluntad, el primer o el tercer devanado.

5 Por tanto, en una aeronave bimotora, se obtiene una asistencia a la aceleración para cada una de las turbomáquinas, a la vez que no se multiplican las fuentes de energía, ya que la fuente de energía para la primera turbomáquina se utiliza también para la segunda turbomáquina.

En una realización, la máquina de arranque giratoria, comprendida en el dispositivo de asistencia, es también un generador arrastrado por la turbomáquina cuando está activa, el segundo devanado es el de una segunda máquina giratoria comprendida en el dispositivo de asistencia y que únicamente es un motor de arranque.

10 El generador puede ser utilizado para recargar un dispositivo de almacenamiento de energía comprendido dentro o fuera del dispositivo de asistencia.

15 El dispositivo de almacenamiento de energía puede ser utilizable para proporcionar la energía eléctrica para asistir a la aceleración del generador de gas. Esto es particularmente útil, según se ha mencionado en la introducción, en una fase del vuelo de la aeronave durante la que una segunda turbomáquina proporciona energía a la pala giratoria de la aeronave para el vuelo, y cuando conviene realizar un re arranque de emergencia (reactivación) de la primera turbomáquina.

20 El hecho de tener dos máquinas giratorias separadas, una de las cuales es responsable de la generación de corriente, hace que se puedan dimensionar los dos devanados y las culatas de las máquinas giratorias lo mejor posible al configurar un almacenamiento de energía para volver a arrancar en emergencia una turbomáquina en vuelo y que asegure una segregación física y funcional, favorable a la disponibilidad de la función de arranque normal o del motor de emergencia del turbomotor, entre las dos máquinas giratorias y sus convertidores de alimentación, en los modos de realización en los que las máquinas están conectadas a dichos convertidores.

En una realización, el segundo devanado es el de una segunda máquina giratoria comprendida en el dispositivo de asistencia, la segunda máquina giratoria es de corriente continua, y la primera máquina giratoria, comprendida también en el dispositivo de asistencia, es de corriente alterna.

25 Esto hace posible configurar un control de par motor/velocidad de la primera máquina giratoria que opera con corriente alterna, utilizada prioritariamente, y disponer de una máquina giratoria de repuesto alimentada directamente por la red de corriente continua de la aeronave, lo que es actualmente el dispositivo de arranque para la mayoría de los helicópteros equipados con turbomotores de potencia pequeña o mediana y un arrancador eléctrico.

30 En un modo de utilización, el primer devanado está alimentado por un dispositivo de almacenamiento eléctrico y el segundo devanado está alimentado por la red de a bordo de la aeronave. Por tanto, en esta memoria se propone una aeronave, por ejemplo, un helicóptero bimotor, que comprende un dispositivo de asistencia según la invención, en el que el segundo devanado está alimentado por la red de a bordo de la aeronave.

35 Esto hace que sea posible disponer de un almacenamiento de energía, para un arranque o re arranque de emergencia, al mismo tiempo que se puede superar un fallo de la unidad de almacenamiento eléctrico sin tener, sin embargo, que duplicarla, lo que se puede considerar como una penalización en cuanto al tamaño y la masa.

En una realización, los medios para alimentar el segundo devanado comprenden un contactor que está cerrado si se detecta, mediante los medios de supervisión, una dificultad o una imposibilidad de acelerar dicho generador de gas, por ejemplo, para arrancar dicha turbomáquina, con la ayuda del primer devanado. El contactor es un dispositivo electromecánico simple con un bajo riesgo de fallo.

40 Se ha propuesto también un método de asistencia a una turbomáquina de turbina libre según se define en la reivindicación 17.

Lista de Figuras

La Figura 1 presenta el contexto de las realizaciones de la invención.

La Figura 2 muestra una primera realización de la invención.

45 La Figura 3 muestra una segunda realización de la invención.

La Figura 4 muestra una tercera realización de la invención.

Descripción detallada de realizaciones

Haciendo referencia a la Figura 1, la arquitectura eléctrica general de una realización del sistema propuesto es la que sigue a continuación. Se ofrece dentro del entorno de un helicóptero con dos turbomáquinas.

La caja de transmisión de potencia BTP es arrastrada por las turbomáquinas TAG1 y TAG2. En este caso se trata de turbomotores de turbina libre. Cada una comprende una turbina de potencia (turbina libre) que arrastra la caja de transmisión de potencia (BTP) por medio de una rueda libre y un generador de gas.

5 La generación eléctrica de la aeronave está asegurada al menos por dos alternadores ALT1 y ALT2 arrastrados por la BTP. Aunque esta arquitectura está más bien reservada para helicópteros pesados no es indispensable para la implementación de la presente invención y no es una característica esencial, pero es técnicamente preferible a la solución convencional en aeronaves de menor tonelaje para arrastrar los generadores por el generador de gas de los turbomotores. De hecho, la economía de combustible en un vuelo de crucero se obtiene, como se ha mencionado en la introducción, mediante la puesta en régimen de espera de uno de los turbomotores, lo que es un modo de operación incompatible con la extracción de cualquier potencia del generador de gas, parece ser particularmente relevante respecto a la seguridad desacoplar funcionalmente la generación eléctrica de la aeronave del régimen de operación de los turbomotores.

10 Los ALT1 y ALT2 alimentan la red eléctrica de la aeronave, otras fuentes de energía disponibles para alimentar esta red pueden estar constituidas por una unidad de potencia auxiliar de a bordo (APU), una o más baterías de acumuladores, o en tierra, mediante un grupo de arranque.

Cada turbomotor TAG1 y TAG2, está equipado con una máquina giratoria (G/D1 y G/D2, respectivamente) que puede operar como motor de arranque y como generador, y está conectado mecánicamente al generador de gas de la turbomáquina correspondiente por medio de una caja de engranajes.

20 Con el fin de optimizar la compacidad y la masa del dispositivo, se prefiere para la GD1 y la GD2 una arquitectura de máquina compatible con un arrastre a gran velocidad por el generador de gas, por tanto, sin devanado del rotor, como, por ejemplo, y no de manera exhaustiva, una máquina sincrónica "brushless" (motor sin escobillas) con imanes permanentes, una máquina de reluctancia variable o una máquina asíncrona de jaula (sin escobillas).

Las dos máquinas G/D1 y G/D2 están comprendidas en un dispositivo de asistencia 100, que funciona independientemente de la red eléctrica de la aeronave.

25 Haciendo referencia a la Figura 2, se ha presentado una primera realización del dispositivo de asistencia 100. Las máquinas eléctricas GD1 y GD2 son máquinas eléctricas de doble devanado, o máquinas giratorias de corriente alterna.

Estas máquinas constan de solamente un circuito magnético o culata y dos arrollamientos o devanados de estator polifásicos separados, designados S11 y S12 para GD1 y S21 y S22 para GD2.

30 Por ejemplo, GD1 y GD2 son máquinas sincrónicas o asíncronas.

Los devanados S11 y S22 están conectados respectivamente a los convertidores de corriente de DC/AC reversibles CVS1 y CVS2. Cada uno de estos constituye una interfaz entre el circuito de corriente alterna polifásico del devanado y un circuito de corriente continua que consiste en un bus de corriente continua que conecta el convertidor a un dispositivo de almacenamiento eléctrico. Los elementos de almacenamiento eléctrico se indican respectivamente como S1 y S2, y los buses continuos que los conectan son el Bus N° 1 y el Bus N° 2.

35 Los dispositivos de almacenamiento eléctrico son en esta memoria de corriente continua, y son, por ejemplo, supercondensadores, condensadores híbridos, baterías de acumuladores o volantes de inercia equipados con un convertidor de corriente continua/corriente alterna integrado.

40 Los devanados S12 y S21 están conectados a los convertidores de potencia opuestos, es decir, CVS2 y CVS1 respectivamente. Los devanados S12 y S22 están por tanto conectados en derivación, o en paralelo, uno respecto a otro a la salida del convertidor CVS2, mientras que los devanados S11 y S21 están conectados mediante una conexión de derivación uno respecto a otro a la salida del convertidor CVS1.

45 Los contactores K11, K21, K12 y K22 están presentes para aislar o conectar eléctricamente los devanados S11, S21, S12 y S22, respectivamente, y funcionan o son activados de manera coordinada para que los convertidores CVS1 y CVS2 puedan ser utilizados para conducir cada uno al mismo tiempo a lo sumo una sola máquina giratoria en un momento dado. Por tanto, el cierre del contactor K11, respectivamente K21 causa la apertura del contactor K21, respectivamente K11, y la del contactor K12, respectivamente K22 causa la apertura del contactor K22, respectivamente K12.

50 Sabiendo que en todos los casos no es necesario más que arrancar solamente un turbomotor a la vez, este dispositivo de contactores y la lógica de control asociada permiten ventajosamente unir los convertidores de energía entre las dos máquinas giratorias y reducir el número necesario de cuatro a dos, mientras se mantiene la redundancia requerida por la disponibilidad de las funciones de arranque normal y de emergencia, lo que proporciona una ganancia característica respecto al peso y al volumen.

Un contactor KC permite conectar, o por el contrario, aislar eléctricamente los dos buses de DC, n° 1 y n° 2.

Las máquinas giratorias GD1 y GD2 son en este caso generadores y arrancadores a la vez. Durante la operación de generación, son arrastradas por el generador de gas de la turbomáquina correspondiente y, mediante uno u otro de sus devanados de estator, pueden transferir energía eléctrica a los elementos de almacenamiento S1 y/o S2, o al único dispositivo de almacenamiento si solamente está previsto un dispositivo de almacenamiento.

5 Una vez que han sido cargados los elementos de almacenamiento de energía eléctrica, se puede realizar una fase de vuelo con un único motor. En el escenario presentado en esta memoria, la turbomáquina TAG1 proporciona la energía motora y la turbomáquina TAG2 es mantenida en régimen de espera entre estos regímenes presentados en la introducción. Para volver a arrancar la turbomáquina TAG2, por ejemplo antes del aterrizaje, o en caso de pérdida de potencia de la turbomáquina TAG1, se propone en primer lugar aislar eléctricamente los buses nº 1 y nº 2 entre sí con la ayuda del contactor KC, para asegurar la no propagación del fallo de una parte del sistema a otra. A continuación, el contactor K21 es cerrado, el K11 está abierto y el convertidor CVS1 está inhibido, preparado para funcionar, pero sin alimentar al devanado S21 de manera efectiva.

Al mismo tiempo, el contactor K22 está cerrado, el K12 está abierto y el convertidor CVS2 está controlado en modo de alimentación continua para controlar la máquina giratoria GD2 que funciona en modo motor y regular el par motor suministrado por éste según una ley optimizada para el arranque normal o de emergencia de la turbomáquina según las circunstancias. El generador de gas de la turbomáquina TAG2 es por tanto activado para permitir el arranque de la turbomáquina.

Si se produce un fallo o insuficiencia de potencia en la cadena de energía S2-CVS2-K22-S22 y amenaza la posibilidad de acelerar el generador de gas de la turbomáquina TAG2, éste es detectado por los medios de supervisión 120. Estos medios de supervisión 120 controlan la activación del convertidor CVS1.

En una primera variante, el convertidor CVS2 es desconectado del devanado S22 con la ayuda del contactor K22 o es puesto en modo de espera, y el convertidor de corriente CVS1 alimenta, solamente, el devanado S21 según una ley de control del par motor idéntica a la Implementada por el convertidor CSV1. Por tanto, la secuencia de arranque es continuada. Mientras que inicialmente la energía era extraída del dispositivo de almacenamiento S2, a continuación lo es del dispositivo de almacenamiento S1.

En una segunda variante, y en el caso de un fallo parcial o progresivo de la cadena de energía S2-CVS2-K22-S22, se implementa una estrategia de control secuencial de los convertidores, transfiriendo el par de un ramal a otro de forma continua, total o parcial.

Así, las asistencias de los dos devanados pueden ser exclusivas o, por el contrario, simultaneadas.

30 Se especifica que un fallo o insuficiencia de energía en la cadena de energía S2-CVS2-K22-S22 puede ser detectado, por los medios de supervisión 120, en cada elemento de la cadena de energía S2-CVS2-K22-S22 (comprendido el bus de corriente continua), o al nivel del sistema de supervisión de la turbomáquina TAG1, por ejemplo, comparando la aceleración del generador de gas de un tamaño predeterminado.

35 La cadena de energía S1-CVS1-K11-S11 y la asistencia a la aceleración del generador de gas de la turbomáquina TAG1 son supervisadas de la misma manera mediante medios de supervisión 110 que aseguran una función simétrica al medio de supervisión 120.

40 En una variante, cada uno de los devanados S11, S12, S21 y S22 está dimensionado para, con el motor funcionando, proporcionar solamente las prestaciones requeridas para un arranque de emergencia, y con más razón para un arranque normal de la turbomáquina correspondiente. De esta manera, en caso de fallo o insuficiencia de una de las cadenas de energía, el arranque normal y el arranque de emergencia pueden ser realizados con una cadena de energía sustitutoria.

45 En otra variante, solamente los devanados S11 y S21 están dimensionados para proporcionar, individualmente, las prestaciones necesarias para un arranque de emergencia. Sin embargo, los cuatro devanados S11, S21, S12 y S22 están dimensionados para proporcionar las prestaciones necesarias para un arranque normal. Por tanto, en caso de fallo o de insuficiencia de una de las cadenas de energía que implican a S11 o S21, el arranque normal se puede realizar con una cadena de energía que la sustituya, y el arranque de emergencia funciona con unas prestaciones similares, con la ayuda de uno de los devanados S12 o S22.

50 Finalmente, en otra variante, los devanados S11 y S12 (respectivamente S22 y S21) están dimensionados para entregar conjuntamente, estando alimentados simultáneamente, las prestaciones de par motor y de energía para el arranque de emergencia de la turbomáquina TAG1 (respectivamente TAG2).). Los dos convertidores CVS1 y CVS2, para un arranque de emergencia de este tipo, son activados simultáneamente, uno como maestro y el otro como esclavo, para alimentar de manera coordinada los dos devanados. Además, se propone que los devanados S11 y S12 (respectivamente S22 y S21) estén dimensionados en esta variante, para que permitan un arranque normal utilizando un único devanado, lo que garantiza que en caso de fallo o de insuficiencia de una de las cadenas de energía implicada, que un arranque normal de la turbomáquina pueda ser realizado correctamente en cualquier situación.

Haciendo referencia a la Figura 3, se presenta otra realización de un dispositivo de asistencia, en este caso con la referencia 101. Las máquinas de doble devanado son reemplazadas por conjuntos de dos máquinas giratorias de devanado simple.

5 Así, como sustitución de la GD1, está presente una máquina giratoria M1A de corriente alterna con un único devanado del estator, con, en otra toma de la caja de engranajes de la turbomáquina TAG1, otra máquina giratoria M1B de corriente alterna también con un único devanado de estator. En esta realización, el devanado S11 es el de la máquina M1A y el devanado S12 el de la máquina M1B. Se trata de devanados polifásicos.

10 El M1A es tanto un generador como un motor de arranque, mientras que el M1B no es más que un motor de arranque. M1B puede eventualmente estar conectado mecánicamente al generador de gas de la turbomáquina por medio de una rueda libre, lo que permite dimensionar el arrancador para que la velocidad máxima de arrastre en modo de arranque sea de aproximadamente del 50 a 60% NG, en lugar de que la velocidad máxima del generador de gas sea del 100% NG. Así, durante las fases de vuelo durante las que la turbomáquina está en funcionamiento, el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica S1 es recargado por medio del generador M1A y del convertidor CVS1, estando en reposo la máquina giratoria M1B.

15 Además, se especifica que una de las dos máquinas M1A o M1B está dimensionada para proporcionar las prestaciones requeridas en caso de arranque de emergencia, pero que la otra máquina puede no estar dimensionada mas que para proporcionar las prestaciones requeridas para un arranque normal

Elementos similares están dispuestos en la caja de engranajes de la turbomáquina TAG2, las máquinas eléctricas están señaladas como M2A y M2B.

20 Los medios de supervisión 111 y 121 supervisan la asistencia a la aceleración de los generadores de gas de las turbomáquinas, como en la Figura 2, para controlar la puesta en marcha de los convertidores de corriente CVS1 y CVS2.

25 Haciendo referencia a la Figura 4, se presenta otra realización de un dispositivo de asistencia, en este caso con la referencia 102. Las máquinas M1B y M2B son sustituidas por máquinas de corriente continua de escobillas y colector, D1 y D2. Sus devanados de inducido (en el rotor) S12 y S21, respectivos, están conectados a la red de corriente continua del helicóptero, que es una red de 28 VCC que comprende en particular al menos una batería de acumuladores B. Los contactores KB1 y KB2 (en general, no coordinados entre sí) pueden aislar la red de estas máquinas o, por el contrario, conectarlas.

30 Un único dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica S puede sustituir también, en la variante mostrada, los dispositivos de almacenamiento S1 y S2 de las realizaciones anteriores. Los contactores KS1 y KS2 permiten conectar este dispositivo S ya sea al convertidor CVS1 o al convertidor CVS2. Sin embargo, es posible utilizar dos dispositivos de almacenamiento como en las Figuras 2 y 3.

Los medios de supervisión 112 y 122 supervisan la asistencia a la aceleración de los generadores de gas de las turbomáquinas, como en las Figuras 2 y 3, para controlar esta vez la conmutación de los interruptores KB1 y KB2.

35 En caso de fallo o de insuficiencia para arrancar una turbomáquina, por ejemplo, la turbomáquina TAG1, con la asistencia de la máquina giratoria correspondiente, es decir, en el caso de la TAG1, la máquina M1A, el contactor KB1 está cerrado y el motor de corriente continua D1 ocupa su lugar, lo que permite un arranque normal de la turbomáquina TAG1 aunque el par de asistencia no pueda ser controlado.

40 Las máquinas de corriente continua D1 y D2 pueden ser generadores, además de tener su función de arranque. Si éste no es el caso, se pueden conectar a la caja de engranajes de la turbomáquina correspondiente mediante una rueda libre.

La invención no está limitada a las realizaciones presentadas, sino que se extiende a todas las variantes dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de asistencia (100; 101; 102) a una turbomáquina (TAG1) de turbina libre de aeronave, comprendiendo el dispositivo:
- una máquina de arranque giratoria (GD1, M1A) comprendiendo un primer devanado (S11), y
- 5 primeros medios de alimentación de energía eléctrica (K11, CVS1) del primer devanado (S11) para arrastrar el generador de gas de la turbomáquina (TAG1),
- caracterizado por que** el dispositivo comprende además:
- un segundo devanado (S12) distinto del primer devanado (S11) y comprendido en dicha máquina giratoria (GD1), siendo dicha máquina giratoria (GD1) una máquina giratoria de doble devanado, o comprendido en otra máquina giratoria (M2A), dicha máquina giratoria (M1A) y la otra máquina giratoria (M2A) son máquinas giratorias de devanado simple,
- 10 medios de supervisión (110; 111; 112) de los primeros medios de alimentación (K11, CVS1) y del primer devanado (S11), y
- segundos medios de alimentación (K12, CVS2, KB1) de energía eléctrica del segundo devanado (S12) para arrastrar el generador de gas de la turbomáquina (TAG1),
- 15 estando dichos medios de supervisión configurados para detectar un fallo de alimentación de los primeros medios de alimentación de energía (K11, CVS1) o del primer devanado (S11) y para controlar la alimentación de energía del segundo devanado (S12) por los segundos medios de alimentación (K12, CVS2, KB1) si se detecta tal insuficiencia de energía.
- 20 2. Dispositivo de asistencia según la reivindicación 1, comprendiendo la máquina de arranque giratoria (GD1, M1A) y también una tercera máquina de arranque giratoria (GD2; M2A) para aportar asistencia a la aceleración del generador de gas de una segunda turbomáquina (TAG2) de la aeronave, estando el segundo devanado (S12) conectado eléctricamente, en derivación de dicha tercera máquina giratoria (GD2; M2A), a una misma vía de alimentación eléctrica (CVS2).
- 25 3. Dispositivo de asistencia según la reivindicación 2, comprendiendo un convertidor de corriente (CVS2) y configurado para que dicho convertidor de corriente (CVS2) transmita energía eléctrica al segundo devanado (S12) de la máquina de arranque giratoria (GD1, M1A) o, exclusivamente, al motor de arranque giratorio (GD2, M2A).
4. Dispositivo de asistencia según la reivindicación 3, comprendiendo un par de contactores (K12, K22) que no pueden estar en posición cerrada simultáneamente, para obtener la transmisión de energía eléctrica exclusiva al segundo devanado (S12) o a la tercera máquina de arranque giratoria (GD2, M2A).
- 30 5. Dispositivo de asistencia según una de las reivindicaciones 1 a 4, en donde los medios de supervisión (110; 111; 112) están configurados para supervisar uno o más elementos (S1, CVS1, K11, S11) de la cadena de energía eléctrica que alimenta electricidad al arrancador de la máquina giratoria (GD1; M1A).
6. Dispositivo de asistencia según una de las reivindicaciones 1 a 5, en donde los medios de supervisión (110; 111; 112) están configurados para controlar el sistema de supervisión de la turbomáquina (TAG1).
- 35 7. Dispositivo de asistencia según una de las reivindicaciones 1 a 6, comprendiendo dicha máquina de arranque giratoria (GD1), siendo ésta una máquina giratoria de corriente alterna tolerante al fallo dicha máquina de doble devanado o doble estrella, siendo el segundo devanado (S12) su segundo devanado.
8. Dispositivo de asistencia según la reivindicación 7, en donde el segundo devanado (S12) está dimensionado para permitir la asistencia a la aceleración con unas prestaciones similares a las proporcionadas por el primer devanado (S11).
- 40 9. Dispositivo de asistencia según la reivindicación 7, en donde el segundo devanado (S12) está dimensionado para permitir la asistencia a la aceleración con unas prestaciones superiores a las de la segunda asistencia.
10. Dispositivo de asistencia según una de las reivindicaciones 1 a 9, comprendiendo dos convertidores de corriente (CVS1, CVS2) para transmitir cada uno la energía eléctrica de manera controlada a dichos primero y segundo devanados (S11, S12), respectivamente.
- 45 11. Dispositivo de asistencia según una de las reivindicaciones 1 a 10, comprendiendo una primera fuente de energía eléctrica (S1, S) para alimentar al primero o al segundo devanado (S11, S12), estando el dispositivo de asistencia configurado además de manera que el segundo o, respectivamente, el primer devanado (S12, S11) pueda ser alimentado por una segunda fuente de energía (S2; B) distinta de la primera fuente de energía.
- 50

- 5 12. Dispositivo de asistencia según una de las reivindicaciones 1 a 11, comprendiendo además una tercera máquina de arranque giratoria (M2A) para proporcionar asistencia a la aceleración al generador de gas de una segunda turbomáquina (TAG2) de la aeronave, comprendiendo dicha tercera máquina giratoria (M2A) un devanado (S22) dicho tercer devanado, comprendiendo el dispositivo de asistencia además una fuente de energía eléctrica (S1, S2, KC; S, KS1, KS2) configurada para alimentar, según sea necesario, al primero o al tercer devanado (S11, S22).
13. Dispositivo de asistencia según una de las reivindicaciones 1 a 12, en donde la máquina de arranque giratoria (M1A) está comprendida en el dispositivo de asistencia y es también un generador configurado para ser accionado por la turbomáquina (TAG1), el segundo devanado (S12) es el de una segunda máquina giratoria (M1B; D1) comprendida en el dispositivo de asistencia y que es solamente un arrancador.
- 10 14. Dispositivo de asistencia según una de las reivindicaciones 1 a 13, en donde el segundo devanado (S12) es el de una segunda máquina giratoria (D1) comprendida en el dispositivo de asistencia, siendo la segunda máquina giratoria de corriente continua, y siendo la primera máquina giratoria (M1A), comprendida en el dispositivo de asistencia, de corriente alterna.
- 15 15. Dispositivo de asistencia según una de las reivindicaciones 1 a 14, en donde los medios para alimentar el segundo devanado comprenden un contactor (KB1) configurado para ser cerrado si se detecta que es imposible acelerar dicho generador de gas con la asistencia del primer devanado.
16. Aeronave que comprende un dispositivo de asistencia según una de las reivindicaciones 1 a 15, y en donde el primer devanado (S11) está alimentado por un dispositivo de almacenamiento eléctrico (S) y el segundo devanado es alimentado por la red de a bordo de la aeronave.
- 20 17. Método para asistir a una turbomáquina (TAG1) de turbina libre de aeronave, comprendiendo una etapa de alimentación de energía eléctrica mediante los primeros medios de alimentación de energía eléctrica (K11, CVS1) de un primer devanado (S11) de una máquina de arranque giratoria (GD1, M1A), para arrastrar el generador de gas de la turbomáquina (TAG1), **caracterizado por que** el método comprende además
- una etapa de supervisión de los primeros medios de alimentación (K11, CVS1) y del primer devanado (S11), y
- 25 una etapa para alimentar energía eléctrica mediante un segundo medio de alimentación de energía eléctrica (K12, CVS2, KB1) de un segundo devanado (S12) para arrastrar dicho generador de gas, si se detecta durante la etapa de supervisión una potencia insuficiente de los primeros medios de alimentación de energía (K11, CVS1) o del primer devanado (S11), siendo el segundo devanado (S12) distinto del primer devanado (S11) y estando comprendido en dicha máquina giratoria (GD1), siendo dicha máquina giratoria (GD1) una máquina giratoria con doble devanado, o en
- 30 otra máquina giratoria (M2A), siendo dicha máquina giratoria (M1A) y la otra máquina giratoria (M2A) máquinas giratorias de devanado simple.

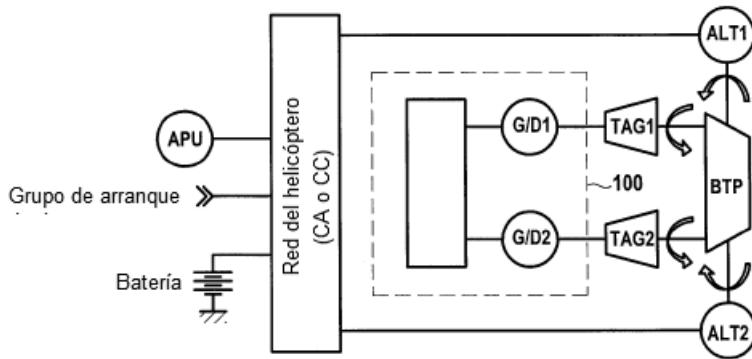


FIG.1

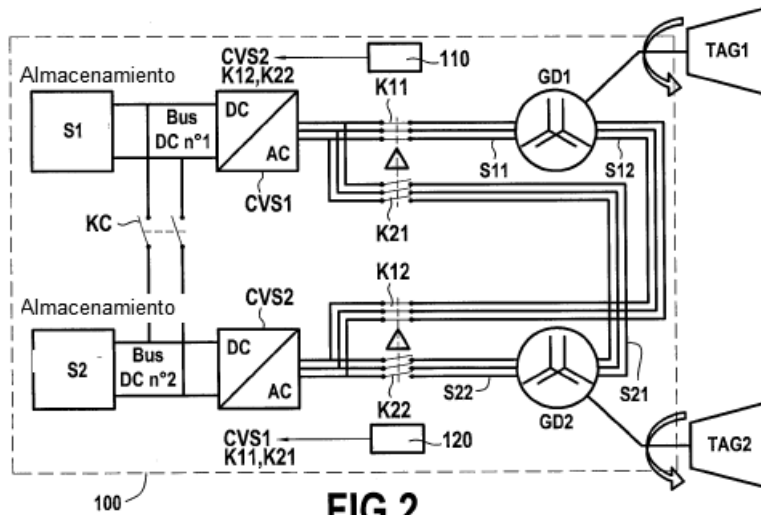


FIG.2

