

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 676 278**

51 Int. Cl.:

F02C 9/42	(2006.01)
F02K 9/38	(2006.01)
F02K 9/95	(2006.01)
H01M 10/39	(2006.01)
F01D 15/10	(2006.01)
F02C 3/10	(2006.01)
F02C 7/26	(2006.01)
F02C 7/32	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.07.2015 PCT/FR2015/052119**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **11.02.2016 WO16020607**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.07.2015 E 15759878 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.05.2018 EP 3177817**

54 Título: **Aeronave**

30 Prioridad:

07.08.2014 FR 1457671

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

18.07.2018

73 Titular/es:

**SAFRAN HELICOPTER ENGINES (33.3%)
64510 Bordes, FR;
SAFRAN ELECTRONICS & DEFENSE (33.3%) y
SAFRAN ELECTRICAL & POWER (33.3%)**

72 Inventor/es:

**KLONOWSKI, THOMAS;
NOLLET, MICHEL y
PAILHOX, FRÉDÉRIC**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 676 278 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

Aeronave

Campo técnico

5 El invento se inscribe en el campo de las turbomáquinas con una turbina libre, como se encuentra habitualmente en los helicópteros.

Haciendo memoria, una turbomáquina (designada a veces con las siglas TAG) con una turbina libre incluye una turbina de potencia o turbina libre que, en un helicóptero, acciona los rotores de éste por medio de una rueda libre y de una caja de transmisiones principal (designada a continuación por BTP), y, por otra parte, de un generador de gas constituido principalmente por un compresor, una cámara de combustión y una turbina de alta presión.

10 Un reductor mecánico o caja de accesorios permite conectar el eje del generador de gas con una máquina eléctrica (designada de manera abreviada por MEL) constituida por un estator y un rotor, que puede funcionar indistintamente como motor (arrancador) o como generatriz. En el modo motor, la máquina eléctrica es alimentada por una fuente de energía y desarrolla un par motor de tal manera que acciona en rotación el generador de gas de las turbomáquina, especialmente con el objetivo de asegurar el arranque, efectuando de esta manera una asistencia al arranque. En el modo generatriz, la máquina eléctrica es accionada en rotación por el generador de gas de tal manera que genera sobre éste último una potencia mecánica que es convertida a continuación en potencia eléctrica.

15

Estado de la técnica

20 Cuando una aeronave provista de dos turbomáquinas está en situación de vuelo de crucero, se ha propuesto en los documentos FR2967132 y FR2967133 poner una de las dos turbomáquinas en un régimen de vigilancia de tal manera que des-sincronice su turbina libre de la caja de transmisiones aumentando al mismo tiempo el régimen de la otra turbomáquina, lo que permite disminuir el consumo global de carburante del sistema.

25 El invento se sitúa de esta manera en el contexto de una reducción del consumo de un helicóptero al menos bimotor, en el cual en vuelo de crucero económico, es decir en una fase del vuelo caracterizada por una potencia demandada por cada motor bastante pequeña que se traduce en un consumo específico (en abreviatura CS) muy elevado, una de las turbinas es puesta en el modo de vigilancia de tal manera que el otro motor funcione a régimen elevado y se beneficie por este hecho de un consumo específico mucho más pequeño.

Se han propuesto varias variantes de este régimen de vigilancia.

En una primera variante, llamada de "super-ralentí", el generador de gas de la turbina de gas des-sincronizada, puede ser regulado a un régimen de ralentí bajo.

30 En una segunda variante, llamada de "super-ralentí asistido", el generador de gas de la turbina de gas des-sincronizada de la BTP puede ser regulada de la misma manera a un régimen de ralentí bajo, y, simultáneamente, se aplica un par motor de asistencia al generador de gas por medio de la máquina eléctrica y de la caja de accesorios.

35 En una tercera variante, la cámara de combustión de la turbomáquina puede completamente apagada, y se propone entonces mantener el generador de gas en rotación a una velocidad que permita facilitar el re-encendido a la salida de la fase de vuelo de crucero. La gama de velocidades adaptadas puede ser calificada de ventana de encendido preferente. Este modo de funcionamiento, llamado modo "virador", es una asistencia prolongada del generador de gas.

40 En estos tres modos de funcionamiento, que son susceptibles de ser mantenidos durante toda la duración del vuelo de crucero, la potencia transmitida a la BTP por la turbomáquina en modo de vigilancia es generalmente nula, es no es posible en general generar potencia en el generador de gas.

45 En las tres variantes que acaban de ser recordadas, es necesario ser capaces de reactivar rápidamente la turbomáquina des-sincronizada, especialmente en situación de emergencia, por ejemplo, en el caso de una avería en otra turbomáquina, si hay tres turbomáquinas o más en total, o de la otra turbomáquina si las turbomáquinas son en número de dos. Esta es especialmente la razón de mantener el generador de gas en rotación a una velocidad que facilite el re-encendido en el sistema en el que la cámara de combustión está apagada.

50 El mantenimiento del generador de gas en rotación en la ventana de encendido preferente (modo "virador") y asistencia prolongada al generador de gas regulado al ralentí (modo "super-ralentí asistido") exigen, en lo que se refiere a ellos, una potencia bastante pequeña, pero con una energía importante, residiendo el interés del sistema en su utilización durante una gran parte de la duración del vuelo.

Se ha propuesto en los documentos FR2967132 y FR2967133, entre otras soluciones, utilizar un arrancador eléctrico alimentado por un arrancador/generador conectado al generador de gas de otra turbomáquina, o un generador accionado directa o indirectamente por la turbina libre de otra turbomáquina.

En cuanto a volver a arrancar en casos de emergencia a partir de una situación de bajo régimen o de cámara de combustión apagada, se requiere aplicar sobre el eje del generador de gas una potencia elevada debido a la inercia importante de los conjuntos giratorios y del par resistente del compresor de la turbomáquina. Esta potencia debe ser suministrada durante un breve espacio de tiempo, del orden de algunos segundos, con el fin de garantizar un arranque rápido de la turbomáquina.

Se ha sugerido en el documento FR2967133 utilizar, entre otras soluciones, una energía eléctrica, en particular un super-condensador, que proporcione una asistencia puntual al generador de gas.

En el documento EP2581586, se ha propuesto también utilizar dos super-condensadores (que son órganos de almacenamiento eléctrico), que son cargados, cada uno de ellos, por un generador eléctrico accionado por el generador de gas de una de las dos turbomáquinas, y que sirven cada uno, puntualmente, para arrancar la otra turbomáquina a partir de un estado apagado de ésta.

El presente invento tiene como objetivo especialmente, en este contexto, proporcionar un medio técnico práctico para realizar, en una aeronave que sea como mínimo bimotor, la función de "reactivación rápida" desde un modo económico de la turbina, utilizando en lugar del arrancador eléctrico convencional un sistema electrotécnico alimentado por la red de a bordo o por una red específica de alimentación de energía eléctrica y que permita asegurar diferentes modos de funcionamiento que son:

- El arranque en el suelo de la turbina de gas,
- El modo económico,
- La reactivación en vuelo de la turbina, que estaba, previamente, en modo económico, y
- La reactivación rápida en vuelo de la turbina, que estaba, previamente, en modo económico.

El presente invento tiene igualmente como objetivo permitir realizar eficazmente, en una aeronave monomotor, una función de reactivación rápida de una turbomáquina, en el caso de que ocurra un modo de extinción no deseado, utilizando en lugar del arrancador eléctrico convencional un sistema electrotécnico alimentado por la red de a bordo o por una red específica de alimentación de energía eléctrica.

El invento se sitúa especialmente en el contexto de la solicitud de patente francesa nº 1400753 depositada el 27 de marzo de 2014 y trata de una manera más particular de proporcionar una arquitectura del sistema eléctrico que tenga como resultado un medio de asegurar de manera mejorada el modo llamado de reactivación rápida en vuelo de la turbina de gas.

Las arquitecturas de los sistemas eléctricos propuestos hasta ahora para la hibridación de una turbina de gas recurren siempre a un elemento de almacenamiento de una naturaleza llamada "secundaria" en el bus continuo HVDC (denominado así según la expresión inglesa "High Voltage Direct Current") que tiene la función de reserva eléctrica necesaria para el modo de reactivación rápida. "Secundaria" significa que estos elementos de almacenamiento son recargables. La mayor parte necesitan un órgano de gestión eléctrica llamado BMS (según la expresión inglesa "Battery Management System").

Las soluciones existentes presentan de esta manera varios inconvenientes, de los cuales los principales son los siguientes:

1/ El BMS, independientemente de la tecnología de acumulador secundario (Batterie Li-Ion, NiMH, super-capacidad, capacidades híbridas, etc), es un equipo llamado "complejo" puesto que incluye unos dispositivos de conmutación de potencia y utilizan la electrónica para controlar el estado de la carga, los parámetros de funcionamiento y el estado de salud del órgano de almacenamiento, y por lo tanto, regido por las normas de certificación aviónica, tales como las normas DO-178 y DO-254 de la RTCA ("Radio Technical Commission for Aeronautics").

El BMS aumenta el peso del sistema y su probabilidad de fallo.

2/ Los pares secundarios conocidos tienen un índice de auto-descarga nada despreciable, lo que hace obligatoria una recarga periódica de la batería e impone, por lo tanto, la presencia de un cargador, ya sea en la aeronave, ya sea en las infraestructuras en el suelo.

3/ Los pares secundarios se degradan poco a poco incluso cuando no son utilizados nada más que en raras ocasiones (vigilancia llamada de calendario). Lo que obliga a testarlos y a reemplazarlos periódicamente.

4/ Estos órganos de almacenamiento llamados secundarios tienen además el inconveniente de estar siempre activos, es decir que el sistema puede suministrar en cualquier momento energía eléctrica en unos casos no deseados tales como los corto-circuitos, o ser descargados prematuramente por un fenómeno de corriente de fuga.

5/ Estos órganos de almacenamiento secundarios tienen además otro inconveniente general que es su sensibilidad a condiciones medioambientales severas, tales como las temperaturas frías y cálidas, así como a los stress

mecánicos (vibraciones, choques). Para hacer frente a estas exigencias medioambientales, estos órganos secundarios deber ser dimensionados en consecuencia, lo que se traduce en un nada deseable aumento de la masa del sistema a embarcar a bordo de una aeronave y de una manera más particular de un helicóptero.

5 6/ Otro inconveniente para algunas tecnologías de los órganos de almacenamiento secundarios es la peligrosidad de estos elementos en caso de embalamiento térmico, embalamiento térmico que puede estar provocado especialmente por corto-circuitos externos o internos a los órganos de almacenamiento secundarios, por su sobrecarga, o por otras causas especialmente medioambientales.

10 7/ El acoplamiento a la red de a bordo de un acumulador secundario es problemático teniendo en cuenta las interacciones entre una red cuya tensión puede variar en cualquier momento, y una batería secundaria cuya tensión es función del estado de la carga. Por lo tanto, deben tomarse precauciones (lo que conduce a una complejidad del sistema) para evitar cualquier riesgo eléctrico, incluso cualquier riesgo de no disponibilidad operacional del acumulador.

Exposición del invento

15 Con el fin de remediar los inconvenientes citados anteriormente, de acuerdo con el invento, se propone una aeronave que incluya al menos una primera turbomáquina con una turbina libre equipada con un generador de gas, asociada a una máquina eléctrica que pueda funcionar como arrancador y como generador, pudiendo ser puesta la primera turbomáquina en el modo de vigilancia o en el modo de extinción no deseada, estando conectada la máquina eléctrica a una red específica de alimentación de energía eléctrica, tal como la red de a bordo, incluyendo la aeronave además un dispositivo de asistencia rápida con al menos un órgano de almacenamiento de energía eléctrica adaptado para ser conectado eléctricamente a la citada máquina eléctrica asociada a la citada primera turbomáquina para aportar una asistencia puntual al generador de gas de esta turbomáquina, caracterizada por que el citado órgano de almacenamiento de energía eléctrica constituye un órgano de almacenamiento de energía llamado "primario" no recargable y utilizable una sola vez durante la activación, con la exclusión de un órgano de almacenamiento de energía llamado "secundario" que incluye una batería, una super-capacidad o una capacidad híbrida configurada para ser recargable y activada permanentemente y por que el dispositivo de asistencia rápida incluye unos medios de activación del órgano de almacenamiento de energía eléctrica y unos medios de acoplamiento del órgano de almacenamiento de energía eléctrica con un sistema de alimentación eléctrica de la citada máquina eléctrica.

30 Según un primer modo de realización posible, el órgano de almacenamiento de energía eléctrica incluye un dispositivo preparado para ser empleado con pequeña auto-descarga y que integra un ánodo y un cátodo en contacto con un electrolito.

Según un segundo modo de realización posible, el órgano de almacenamiento de energía eléctrica incluye un dispositivo inerte antes de su activación, que integra un ánodo, un cátodo y un electrolito que no moja ni el ánodo ni el cátodo.

35 En este caso, el órgano de almacenamiento de energía eléctrica puede incluir una pila de electrolito separada, con un depósito separado de almacenamiento del electrolito y unos medios de liberación del electrolito fuera del depósito separado para permitirle entrar en contacto con el ánodo y el cátodo durante la activación del órgano de almacenamiento de energía eléctrica.

40 A título de alternativa, el órgano de almacenamiento de energía eléctrica puede incluir una pila térmica adaptada para mantener el electrolito sólido a temperatura ambiente durante el almacenamiento y para licuar el electrolito por calentamiento durante la activación del órgano de almacenamiento de energía eléctrica.

Los medios de activación del órgano de almacenamiento de energía eléctrica pueden incluir unos medios de activación pirotécnica.

45 Según otro modo de realización posible, los medios de activación del órgano de almacenamiento de energía eléctrica incluyen unos medios de activación eléctrica.

50 Según un modo particular de realización, el órgano de almacenamiento de energía eléctrica está montado en paralelo con la citada red de alimentación eléctrica que puede ser una red de a bordo continua de alimentación de energía eléctrica. Un diodo anti-retorno puede intercalarse si es necesario entre el órgano de almacenamiento de energía eléctrica y la red de a bordo continua. Esta red de a bordo continua es alimentada a su vez normalmente por la red de a bordo alternativa de alimentación de energía eléctrica, a través de un órgano de rectificación o de un convertidor alternativo-continuo.

55 Según otro modo particular de realización, el órgano de almacenamiento de energía eléctrica está montado en serie con el órgano de rectificación o con el convertidor alternativo-continuo que produce la tensión de la red continua a partir de la red específica de alimentación eléctrica tal como una red de a bordo alternativa y en paralelo con un diodo.

Los diodos pueden ser unos semi-conductores o unos interruptores del tipo electromecánico o del tipo estático comandados.

De una manera general, el órgano de almacenamiento de energía eléctrica puede incluir uno o varios elementos o baterías de elementos conectados en serie, en paralelo o en serie-paralelo.

- 5 Según un modo particular de realización, el invento se aplica a una aeronave que incluye una pluralidad de turbomáquinas con una turbina libre equipadas cada una con un generador de gas, asociadas cada una a una máquina eléctrica que puede funcionar como arrancador y como generador, al menos una de la pluralidad de las turbomáquinas que pueda ser puesta en modo de vigilancia, mientras que al menos otra de la pluralidad de las turbomáquinas esté en modo de funcionamiento normal.
- 10 En este caso, según un modo particular de realización, el dispositivo de asistencia rápida según el invento incluye un único órgano de almacenamiento de energía eléctrica adaptado para ser conectado eléctricamente mediante un dispositivo de cambio de agujas o de conmutación a la máquina eléctrica asociada a la de la pluralidad de las turbomáquinas que necesite una asistencia puntual al generador de gas de esta turbomáquina anteriormente puesta en modo de vigilancia.
- 15 El invento contempla una aeronave con al menos una turbomáquina con una turbina libre, que incluye un dispositivo de asistencia tal como el referido, pudiendo ser la aeronave, en particular, un helicóptero.

Breve descripción de las figuras

Otras características y ventajas del invento surgirán con la descripción detallada de unos modos particulares de realización del invento, haciendo referencia a los dibujos anexos, en los cuales:

- 20 -La figura 1 presenta un esquema de un dispositivo de asistencia rápida según un primer modo de realización del invento, con un órgano de energía primario montado en paralelo con una red de a bordo de una aeronave,
- La figura 2 presenta un esquema de un dispositivo de asistencia rápida según un segundo modo de realización del invento, con un órgano de energía primario montado en serie con una red de a bordo de una aeronave,
- 25 - La figura 3 presenta un esquema que muestra la integración de un sistema según el invento en los sistemas propulsivo y eléctrico de una aeronave,
- La figura 4 presenta un esquema de un dispositivo de asistencia rápida según un tercer modo de realización del invento, con un órgano de energía primario único montado en paralelo con una red de a bordo de una aeronave, y
- La figura 5 presenta un esquema de un dispositivo de asistencia rápida según un cuarto modo de realización del invento, con un órgano de energía único montado en serie con una red de a bordo de una aeronave.

30 Descripción detallada

Haciendo referencia a la figura 3, la arquitectura eléctrica general de un ejemplo de sistema al cual es aplicable el invento es la siguiente. La generación eléctrica de una aeronave está asegurada por al menos dos alternadores (en abreviatura, ALT1 y ALT2) 18, 19 accionados por una caja de transmisión de potencia (en abreviatura, BTP) 20, y constituidos típicamente por unas máquinas 115VAC/400Hz del tipo "3 etapas", siendo consideradas otras máquinas rotatorias.

Esta arquitectura es ventajosa en el marco del vuelo de crucero económico monomotor, pues garantiza una independencia funcional y orgánica entre la generación eléctrica y el funcionamiento de los turbomotores 11, 21, permitiendo como consecuencia conservar un nivel suficiente de disponibilidad y de redundancia para la generación eléctrica en vuelo de crucero económico, cuando una de las dos turbomáquinas 11, 21 se mantiene en un régimen de vigilancia incompatible con cualquier extracción de potencia en el generador de gas de esta turbomáquina en régimen de vigilancia.

Además, esta arquitectura es menos penalizadora para el funcionamiento de los turbomotores 11, 21 que una extracción a nivel de los generadores de gas de los turbomotores 11, 21, especialmente en términos de impacto sobre las prestaciones de aceleración y de consumo específico, en la medida en la que la extracción mecánica correspondiente a la potencia eléctrica consumida por la red de a bordo 17 de la aeronave se efectúa por parte de la turbina libre y no a nivel del generador de gas.

Los alternadores 18, 19 (ALT1, ALT2) alimentan la red eléctrica 17 de la aeronave. De esta manera, la red de a bordo 17 es alimentada por uno o varios alternadores 18, 19 accionados, directa o indirectamente por al menos una de las turbomáquinas 11, 21. En cuanto una de las turbomáquinas 11, 21 es apagada, es necesariamente la otra la que alimenta de manera prolongada de energía a la red de a bordo 17.

Sin embargo, otras fuentes de energía disponibles para alimentar esta red 17, que, en particular, sirve como alimentación del conjunto del sistema eléctrico 100 asociado a las turbomáquinas 11, 21, pueden estar constituidas

por un grupo auxiliar de potencia embarcado 53 (en abreviatura, APU, correspondiente a las siglas de la expresión inglesa "Auxiliary Power Unit"), una o varias baterías de acumuladores 51, o incluso, en el suelo, una toma de parque 52.

5 La caja de transmisión de potencia 20 (BTP) es accionada por las turbomáquinas 11, 21. Se trata aquí de turbomotores con una turbina libre. Incluyen cada uno una turbina de potencia (turbina libre) que acciona la BTP 20 por medio de una rueda libre, y un generador de gas.

Cada turbomotor 11, 21 está asociado a una máquina rotativa 12, 22 respectivamente adaptada para funcionar como arrancador y como generador, y que puede ser alimentada a partir de la red de a bordo 17 de la aeronave por medio de un sistema 50 de comando eléctrico que incluye el dispositivo según el invento.

10 Se describirá haciendo referencia a las figuras 1 y 2, un primero y segundo modos de realización del invento. Las figuras 1 y 2 muestran, además las turbomáquinas 11, 21 y la red de a bordo alterna 17, unos ejemplos del conjunto eléctrico 100 de la figura 3 que constituye un sistema eléctrico de arranque que puede ser aplicado al turbomotor 11 o al turbomotor 21.

15 En el modo de realización de la figura 1, se ha representado, para el turbomotor 11, un sistema eléctrico de arranque que incluye un convertidor de alterna/continua 16, todavía denominado AC/DC, alimentado a partir de la red de a bordo alterna 17 y un convertidor de continua/alterna 13, denominado todavía DC/AC, conectado al convertidor de alterna/continua 16 y que asegura la alimentación de la máquina eléctrica 12, denominada todavía MEL. La red de a bordo de alterna 17 y el convertidor AC/DC 16 definen una red de continua de alimentación de energía eléctrica (con una tensión de salida Vcc), pero son posibles otros medios de realización de la red de continua.

20 De acuerdo con el invento, un diodo 15 puede ser conectado entre el convertidor de continua/alterna 13 y el convertidor de alterna/continua 16. Este diodo es útil cuando la red de continua se utiliza para otros equipos distintos de la MEL 12. Esto permite reservar en la MEL 12 la totalidad de la potencia producida por el acumulador 14 (que será descrito más adelante) cuando la tensión producida por el acumulador 14 sea superior a la tensión Vcc de la red de continua. Ello permite a la red de continua contribuir a la alimentación de la MEL 12 cuando la tensión producida por el acumulador 14 sea inferior a la tensión Vcc de la red de continua. El ánodo del diodo 15 está conectado al polo positivo de la salida del convertidor de alterna/continua 16 y el cátodo del diodo 15 está conectado al polo positivo del convertidor de continua/alterna 13. Naturalmente, de manera equivalente, el cátodo del diodo 15 puede estar conectado al polo negativo de la salida del convertidor de alterna/continua 16, mientras que el ánodo del diodo 15 está conectado al polo negativo del convertidor de continua/alterna 13. El diodo 15 puede ser un semiconductor, o un interruptor comandado, estático o electromecánico.

Por otra parte, un acumulador primario 14, es decir un órgano de almacenamiento de energía eléctrica no recargable y utilizable una sola vez, está conectado en paralelo con los convertidores 13 y 16, estando conectado el polo positivo del acumulador primario 14 al cátodo del diodo 15 y estando conectado el polo negativo del acumulador primario a los polos negativos de los convertidores 13 y 16.

35 El acumulador primario 14 está optimizado para unas descargas de potencia breves e intensas. Puede tratarse, por ejemplo, de un dispositivo preparado para su empleo con una pequeña auto- descarga integrando un ánodo y un cátodo en contacto con un electrolito.

El acumulador primario 14 puede, sin embargo, ser un dispositivo inerte antes de su activación, integrando un ánodo, un cátodo y un electrolito que no moja ni el ánodo ni el cátodo.

40 En este caso, el órgano de almacenamiento de energía eléctrica 14 puede incluir una pila con el electrolito separado, con un depósito separado de almacenamiento del electrolito y unos medios de liberación del electrolito fuera del depósito separado para permitirle entrar en contacto con el ánodo y el cátodo durante la activación del órgano de almacenamiento de energía eléctrica 14.

45 A título alternativo, en el caso de un dispositivo inerte antes de su activación, el órgano de almacenamiento de energía eléctrica 14 puede incluir una pila térmica adaptada para mantener el electrolito sólido a temperatura ambiente durante el almacenamiento y para licuar el electrolito por calentamiento durante la activación del órgano de almacenamiento de energía eléctrica 14.

El acumulador de energía eléctrica primario 14 es activado cuando el turbomotor 11 debe ser arrancado con urgencia.

50 Los medios de activación del órgano de almacenamiento de energía eléctrica 14 pueden incluir, por ejemplo, unos medios de activación pirotécnica o incluso unos medios de activación mecánica o incluso unos medios de activación eléctrica.

55 En el modo de realización de la figura 1, el órgano de almacenamiento de energía eléctrica 14 está montado en paralelo con la red de a bordo continua de alimentación de energía eléctrica Vcc, pero debido a que un diodo 15 está intercalado entre el órgano de almacenamiento de energía eléctrica 14 y el convertidor de alterna/continua 16

- 5 alimentado por la red de a bordo alterna 17, cuando el órgano de almacenamiento de energía eléctrica 14 es activado por un medio de activación, no representado en los dibujos, para suministrar la energía necesaria para la reactivación rápida de la turbomáquina 11 anteriormente a la vigilancia, la tensión eléctrica en los bornes del órgano de almacenamiento 14 puede ser superior al nivel de tensión Vcc de la red de continua proporcionada por la red de a bordo 17 asociada al convertidor de alterna/continua 16. El diodo 15 tiene entonces una diferencia de potencial negativa entre su ánodo y su cátodo y está en un estado bloqueado. La energía eléctrica necesaria para la reactivación rápida de la turbina de gas de la turbomáquina 11 es suministrada, de esta manera, completamente por el acumulador de energía primario 14, lo que presenta las ventajas de enviar a la MEL 12 la totalidad de la potencia suministrada por el acumulador 14 y no elevar la tensión Vcc de la red de continua de a bordo de la aeronave.
- 10 En el caso en el que la tensión suministrada por el acumulador 14 cargado por el convertidor AC/DC 13 y la MEL 12 sea inferior a la tensión Vcc de la red de continua, el diodo 15 conduce, permitiendo a la red de continua participar en la alimentación de la MEL 12.
- 15 Finalmente, si no se desea que la red de continua participe en la alimentación de la MEL 12 cuando la tensión del acumulador 14 sea inferior a la de la red de continua, y, puesto que, como se ha dicho anteriormente, el diodo 15 puede ser un interruptor comandado, se puede controlar el interruptor 15 de tal manera que no conduzca en este caso.
- 20 En la figura 1, se ha representado, en cooperación con la segunda turbomáquina 21 y la segunda máquina eléctrica 22, unos elementos 23 a 26 que corresponden respectivamente con los elementos 13 a 16 que cooperan con la primera turbomáquina 11 y con la primera máquina eléctrica 12. Los elementos 23 a 26 no serán descritos nuevamente. Los elementos 23 a 26 juegan un papel análogo al de los elementos 13 a 16 descritos anteriormente, si la turbomáquina 11 está en funcionamiento en régimen elevado mientras que la turbomáquina 21 está en modo de vigilancia y es susceptible de tener que ser objeto de una reactivación rápida.
- 25 Como nunca es necesario arrancar al mismo tiempo las turbomáquinas 11 y 21, de hecho, es posible no embarcar nada más que un acumulador 14 para arrancar una u otra de las dos turbomáquinas 11 y 21. Un órgano de conmutación electrónica o electromecánica 38, 48 conecta el acumulador único 14 ya sea con el convertidor DC/AC 13 (caso representado en la figura 4 con el conmutador 38 en posición cerrada y el conmutador 48 en posición abierta), ya sea con el convertidor DC/AC 23 según la necesidad.
- 30 Como se ha representado en la figura 4, es posible utilizar no solamente un acumulador único 14, sino igualmente un diodo 15 único y un convertidor AC/DC 16 único, desde el momento en el que se dispone de unos órganos de cambio de agujas 38, 48 para que el acumulador 14 envíe su energía a la MEL 12 o a la MEL 22. El modo de realización de la figura 4 se distingue del de la figura 1 por la supresión de los elementos 24 a 26. Por otra parte, la función de cambio de agujas es muy sencilla de realizar con la ayuda de unos contactores 38, 48 que son unos simples mandos marcha-parada ("on-off") de los convertidores DC/AC 13 y 23.
- 35 A título de variante, el convertidor DC/AC 23 de la figura 4 podría ser suprimido igualmente. En este caso, se podrían suprimir los conmutadores marcha-parada 38, 48 y los conmutadores marcha-parada estarían dispuestos no del lado de la entrada de la corriente continua de los convertidores DC/AC 13 y 23, sino en el interfaz entre las MEL 12 y 22 y la salida de la corriente alterna del convertidor DC/AC 13.
- 40 De esta manera, todas o parte de las cadenas 13 a 16 y 23 a 26 pueden ser realizadas con elementos únicos, haciendo el cambio de agujas allí donde la cadena se desdoble.
- 45 También es posible prever que una sola turbomáquina, por ejemplo, la turbomáquina 11, será susceptible de ser puesta en modo de vigilancia, mientras que la otra turbomáquina 21 estará siempre en funcionamiento a régimen elevado, en cuyo caso los elementos 24 y 25 podrían ser omitidos sin que sea necesaria ninguna función de cambio de agujas, puesto que no será puesta en marcha ninguna reactivación rápida para esta segunda turbomáquina 21.
- La figura 2 muestra otro modo de realización, que es análogo al de la figura 1 y que incluye unos elementos parecidos que llevan os mismos números de referencia y que no serán descritos de nuevo, pero en el que el acumulador primario 114 respectivamente 124 se encuentra asociado a un diodo 115 respectivamente 125.
- 50 En la figura 2, se ve de esta manera, de acuerdo con el segundo modo de realización del invento, un acumulador primario 114, es decir un órgano de almacenamiento de energía eléctrica no recargable y utilizable una sola vez, que está conectado en paralelo a un diodo 115, entre los convertidores 13 y 16, estando conectado el polo negativo del acumulador primario 114 al ánodo del diodo 115 y al polo positivo del convertidor AC/DC 16, y estando conectado el polo positivo del acumulador primario 114 al cátodo del diodo 115 y al polo positivo del convertidor DC/AC 13.
- 55 Cuando el acumulador primario 114 no está en servicio, la MEL 12 puede ser alimentada por la red de a bordo continua a través del diodo 115. Si la turbomáquina 11 previamente en vigilancia debe ser objeto de una reactivación rápida, el diodo 115 se bloquea y el acumulador primario 114 se conecta en serie con los convertidores 13 y 16.
- El acumulador de energía primario, cuando está activado, está así en serie con la red de a bordo 17 asociada al convertidor de alterna/continua 16. La energía eléctrica necesaria para la reactivación rápida de la turbina de gas de

la turbomáquina 11 será liberada por el acumulador de energía primario 114 y por la red de a bordo 17, lo que con respecto a la solución del modo de realización de la figura 1 permite sub-dimensionar al acumulador de energía 114 en términos de la potencia y de la energía a liberar. Sin embargo, el convertidor de continua/alterna 13 debe ser dimensionado de tal manera que admita la tensión resultante y permita hacer transitar la totalidad de la potencia eléctrica necesaria para la reactivación rápida.

Esta solución del modo de realización de la figura 2 permite dimensionar de manera óptima la tensión de alimentación durante la reactivación rápida que será la suma de las tensiones liberadas por el acumulador primario 114 y de la tensión Vcc a la salida del rectificador 16, lo que permitirá minimizar la intensidad de la corriente que circula por el circuito eléctrico global. El acumulador 114 en lo que a él se refiere podrá ser dimensionado para suministrar una tensión inferior al nivel de tensión general en la solución de la figura 1, lo que tendrá como ventaja disminuir la masa y el tamaño de este órgano.

Con respecto a la solución del modo de realización de la figura 1, la solución del modo de realización de la figura 2 presenta una ausencia de autonomía frente a la red de a bordo 17, de tal manera que, según las aplicaciones, podrá ser necesario añadir unos elementos de filtrado aguas arriba del convertidor 16, con el fin de respetar las exigencias de estabilidad de la red.

En el modo de realización de la figura 2, los elementos 23, 124, 125 y 26 asociados a la segunda turbomáquina 21 y a la segunda máquina eléctrica 22 juegan el mismo papel que respectivamente los elementos 13, 114, 115 y 16 asociados a la primera turbomáquina 11 y a la primera máquina eléctrica 12, pero intervienen en el caso en el que la segunda turbomáquina 21 que está puesta en el modo de vigilancia, sea susceptible de ser objeto de una reactivación rápida, mientras que la primera turbomáquina 11 está en funcionamiento a régimen elevado.

Como en el primer modo de realización, es posible sin embargo hacer un cambio de agujas desde el acumulador único 114 hacia la turbomáquina 11 o hacia la turbomáquina 21 o asignar, por ejemplo, solo a la primera turbomáquina 11 el papel de ser puesta en el modo de vigilancia, en cuyo caso se podrían omitir los elementos 124 y 125.

La figura 5 muestra un ejemplo particular de realización en el cual se utiliza un acumulador único 114, un diodo único 115 y un convertidor AC/DC único 16. En este caso se puede, como en la figura 4, utilizar dos conmutadores marcha-parada 38, 48 o simplemente comandar en marcha-parada (on/off) los convertidores DC/AC 13, 23, o utilizar un órgano de cambio de agujas 39, representado en la figura 5, que puede ser un simple conmutador, para conectar el acumulador único 114 en serie con el convertidor DC/AC 13 (posición representada en la figura 5) o en serie con el convertidor DC/AC 23. Como en el caso del modo de realización de la figura 4, a título de variante, se podría suprimir el convertidor DC/AC 23 y utilizar un convertidor DC/AC 13 único. En este caso, el cambio de agujas sería efectuado no por el lado cde la entrada de la corriente continua del convertidor DC/AC 13, sino por el lado de la salida de la corriente alterna.

La naturaleza del órgano de almacenamiento 24, 114 ó 124 puede ser absolutamente análoga a la que ha sido descrita más arriba haciendo referencia al órgano de almacenamiento 14.

Según el presente invento, el órgano de almacenamiento 14 ó 114 respectivamente 24 ó 124 integrado en el sistema eléctrico de la turbomáquina 11, respectivamente 21 susceptible de ser puesta en modo de vigilancia, es necesario con el fin de que la turbina de gas correspondiente, que está inicialmente en el modo de vigilancia, sea reactivada de manera rápida, por ejemplo, debido a un problema en la turbina de gas que estaba en funcionamiento. La situación descrita aquí, está comprobado que es extremadamente rara y necesitaría obligatoriamente, a continuación, una operación de mantenimiento de la turbina de gas. Parece, por lo tanto, que no hay ningún inconveniente notable en que el órgano de almacenamiento 14 ó 114, respectivamente 24 ó 124, sea un acumulador utilizable una sola vez y que sea reemplazado durante el mantenimiento del motor.

En este concepto en el que el órgano de almacenamiento 14 ó 114, respectivamente 24 ó 124, sea mono-utilizable ("one shot", en inglés) es posible entonces utilizar una tecnología del acumulador llamada "primaria", es decir que los acumuladores no sean recargables.

Como ya se ha indicado, las pares primarios se dividen en dos familias:

1/ Familia de los pares primarios prestos para ser utilizados.

En este caso, sus electrolitos mojan el ánodo y el cátodo.

Existen pares primarios eficientes, de muy pequeña auto-descarga, que no presentan degradación temporal y que, desde el momento en el que no necesitan una recarga periódica, permiten evitar utilizar un sistema de control y de vigilancia (BMS) que es un equipo complejo y que, además, aumenta el peso del sistema y su probabilidad de fallo.

Se pueden citar los pares Li-SO₂, Li-MnO₂, LiSOCl₂, Zn-MnO₂ (salino o alcalino), Zn-Ag₂O a título de ejemplos, no siendo esta lista exhaustiva.

2/ Familia de pares primarios inertes

Sus electrolitos no mojan ni el ánodo ni el cátodo. Esta familia incluye dos sub-familias:

2.1/ Pila con el electrolito separado: el electrolito está retirado en un depósito anexo, y será liberado durante la activación.

5 Se puede citar el par Plata-Zinc ($Zn-Ag_2O$) a título de ejemplo (lista no exhaustiva).

2.2/ Pila térmica: el electrolito es sólido a temperatura ambiente y es recalentado y, por lo tanto, licuado muy rápidamente durante la activación.

Se pueden citar los pares $Ca/CaCrO_4$ y Li/FeS_2 a título de ejemplos, no siendo esta lista exhaustiva.

Estos pares tienen la ventaja de ser inertes eléctrica y químicamente cuando no son activados.

10 Aportan una solución a todos los inconvenientes de la técnica anterior que utiliza unos órganos de almacenamiento de energía eléctrica llamados "secundarios".

a/ No hay necesidad de ninguna BMS.

b/ No se produce ninguna auto-descarga.

c/ No interviene ninguna degradación temporal y se puede disponer de una garantía de, por ejemplo, 15 ó 20 años.

15 d/ No existe ningún peligro eléctrico, ni ningún riesgo de descarga inesperada, puesto que los órganos de almacenamiento de energía 14, 114, 24, 124 son inertes eléctricamente.

e/ Existe una muy buena actitud ante las condiciones severas del medioambiente puesto que los órganos de almacenamiento de energía 14, 114, 24, 124 son inertes químicamente.

f/ No existe ningún riesgo de embalamiento térmico en estado inerte.

20 g/ Los órganos de almacenamiento de energía 14, 114, 24, 124 cuando están en estado inactivo, tienen la propiedad de que la resistencia del aislamiento entre las polaridades + y - del órgano de almacenamiento es muy elevada, lo que permite instalarlos en una arquitectura eléctrica sin ninguna precaución previa, y el acoplamiento a la red de a bordo 17, de una batería eléctricamente inerte, se hace, por lo tanto, de una manera muy sencilla poniéndola en paralelo (el acumulador 14 está en estado aislado) o en serie (el acumulador soporta en estado de tensión nula).

25 Hay que observar que el acumulador 14 ó 114, 24 ó 124, incluso si a veces está calificado como único en cuanto a entidad funcional en la presente descripción, puede no estar constituido por un órgano único, sino que puede estar hecho de uno o de varios pares o baterías de pares, conectados en paralelo o en serie o en serie-paralelo.

30 Por otra parte, se ha descrito más arriba el caso de dos turbomáquinas 11, 21, pero el invento se aplica de la misma manera a un número inferior o superior de turbomáquinas que pueden ser utilizadas en una misma aeronave, y pueden ser aplicados a una o varias de estas turbomáquinas uno o varios dispositivos o un dispositivo con cambio de agujas según el invento.

35 En el caso de una aeronave monomotor que incluye una turbomáquina 11 única, que corresponde al caso de los modos de realización de las figuras 1 y 2 en los cuales no existiría nada más que la cadena de elementos superior que cooperan con la turbomáquina 11, el acumulador 14 ó 114 permite realizar una asistencia rápida con el fin de aportar una asistencia puntual rápida al generador de gas de la turbomáquina 11, en el caso de que esta turbomáquina 11 se pusiese, en el transcurso del vuelo, en un modo de extinción no deseada.

De una manera general, el invento no está limitado a los modos de realización presentados, sino que se extiende a todas las variantes en el marco del alcance de las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Aeronave que incluye al menos una primera turbomáquina (11) con una turbina libre equipada con un generador de gas, asociada a una máquina eléctrica (12) que puede funcionar como arrancador y como generador, pudiendo ponerse la primera turbomáquina (11) en modo de vigilancia o en modo de extinción no deseada, estando conectada la máquina eléctrica a una red específica (17) de alimentación de energía eléctrica, tal como una red de a bordo, incluyendo la aeronave además un dispositivo de asistencia rápida con al menos un órgano de almacenamiento de energía eléctrica (14; 114) adaptado para ser conectado eléctricamente a la citada máquina eléctrica (12) asociada a la citada primera turbomáquina (11) para aportar una asistencia puntual al generador de gas de esta turbomáquina (11), caracterizada por que el citado órgano de almacenamiento de energía eléctrica (14; 114) constituye un órgano de almacenamiento de energía llamado "primario" no recargable y utilizable una sola vez como consecuencia de la activación, con la exclusión de un órgano de almacenamiento de energía llamado "secundario" que incluye una batería, una super-capacidad o unas capacidad híbrida configurada para ser recargable y activada permanentemente y por que el dispositivo de asistencia rápida incluye unos medios de activación del órgano de almacenamiento de energía eléctrica (14; 114) y unos medios (15; 115) de acoplamiento del órgano de almacenamiento de energía eléctrica con una sistema de alimentación eléctrica (13, 16) de la citada máquina eléctrica (12).
- 10 2. Aeronave según la reivindicación 1, en la cual el órgano de almacenamiento de energía eléctrica (14; 114) incluye un dispositivo presto para su empleo de pequeña auto-descarga que integra un ánodo y un cátodo en contacto con un electrolito.
- 20 3. aeronave según la reivindicación 1, en la cual el órgano de almacenamiento de energía eléctrica (14; 114) incluye un dispositivo inerte antes de su activación, que integra un ánodo, un cátodo y un electrolito que no moja ni al ánodo ni al cátodo.
- 25 4. Aeronave según la reivindicación 3, en la cual el órgano de almacenamiento de energía eléctrica (14; 114) incluye una pila con el electrolito separado, con un depósito separado de almacenamiento del electrolito y unos medios de liberación del electrolito fuera del depósito separado para permitirle entrar en contacto con el ánodo y el cátodo durante la activación del órgano de almacenamiento de energía eléctrica (14; 114).
- 30 5. Aeronave según la reivindicación 3, en la cual el órgano de almacenamiento de energía eléctrica (14; 114) incluye una pila térmica adaptada para mantener el electrolito sólido a temperatura ambiente durante el almacenamiento y para licuar el electrolito por calentamiento durante la activación del órgano de almacenamiento de energía eléctrica (14; 114).
6. Aeronave según una de las reivindicaciones 1 a 5, en la cual los citados medios de activación del órgano de almacenamiento de energía eléctrica (14; 114) incluyen unos medios de activación pirotécnicos.
7. Aeronave según una de las reivindicaciones 1 a 5, en la cual los citados medios de activación del órgano de almacenamiento de energía eléctrica (14; 114) incluyen unos medios de activación eléctrica.
- 35 8. Aeronave según una de las reivindicaciones 1 a 7, en la cual el órgano de almacenamiento de energía eléctrica (14) está montado en paralelo con la citada red específica (17) de alimentación de energía eléctrica.
9. Aeronave según la reivindicación 8, en la cual un diodo (15) está intercalado entre el órgano de almacenamiento de energía eléctrica (14) y un órgano de rectificación o un convertidor de alterna/continua (16) alimentado por la citada red específica (17) de alimentación de energía eléctrica.
- 40 10. Aeronave según una de las reivindicaciones 1 a 7, en la cual el órgano de almacenamiento de energía eléctrica (114) está montado en serie con un órgano de rectificación o un convertidor de alterna/continua (16) alimentado por la citada red específica (17) de alimentación de energía eléctrica, y en paralelo con un diodo (115).
11. Aeronave según la reivindicación 10, en la cual el citado diodo (115) está constituido por un interruptor del tipo electromecánico comandado o del tipo estático comandado.
- 45 12. Aeronave según la reivindicación 10, en la cual el citado diodo (115) está constituido por un elemento semiconductor.
13. Aeronave según una de las reivindicaciones 1 a 12, en la cual el órgano de almacenamiento de energía eléctrica (14; 114) incluye uno o varios elementos o baterías de elementos conectados en serie, en paralelo o en serie-paralelo.
- 50 14. Aeronave según una de las reivindicaciones 1 a 12, que incluye una pluralidad de turbomáquinas (11, 21) con una turbina libre equipadas cada una con un generador de gas, asociadas cada una a una máquina eléctrica (12, 22) que pueden funcionar como arrancador y como generador, pudiendo ser puesta en modo de vigilancia al menos una de la pluralidad de turbomáquinas (11, 21), mientras que al menos otra de la pluralidad de turbomáquinas (11, 21) está en modo de funcionamiento normal.

- 5 15. Aeronave según la reivindicación 14, caracterizada por que el dispositivo de asistencia rápida incluye un único órgano de almacenamiento de energía eléctrica (14; 114) adaptado para ser conectado eléctricamente mediante un dispositivo de cambio de agujas o de conmutación (38, 48; 39) a la citada máquina eléctrica (12 ó 22) asociada a la pluralidad de turbomáquinas (11, 21) que necesita una asistencia puntual para el generador de gas de esta turbomáquina (11 ó 21) precedentemente a la puesta en modo de vigilancia.

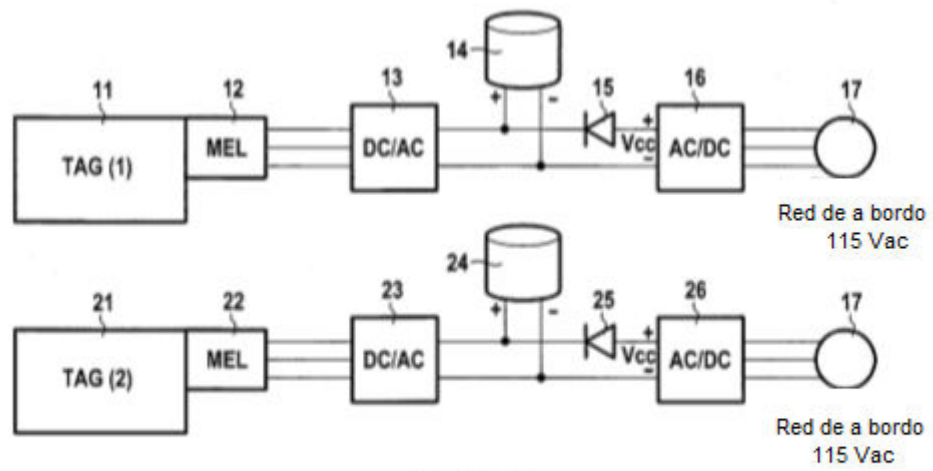


FIG.1

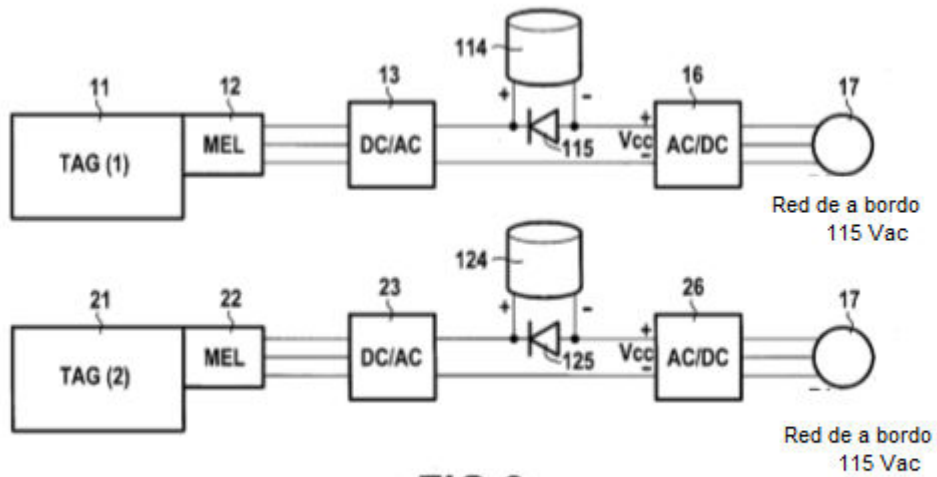


FIG.2

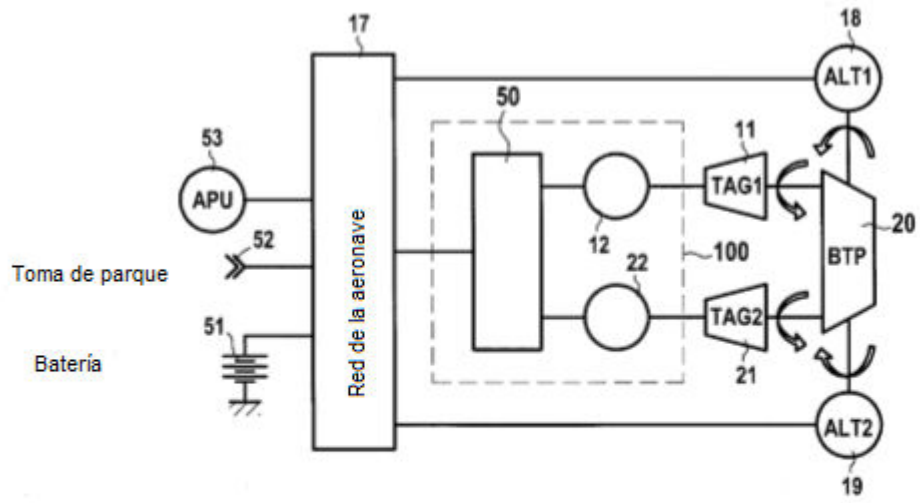


FIG.3

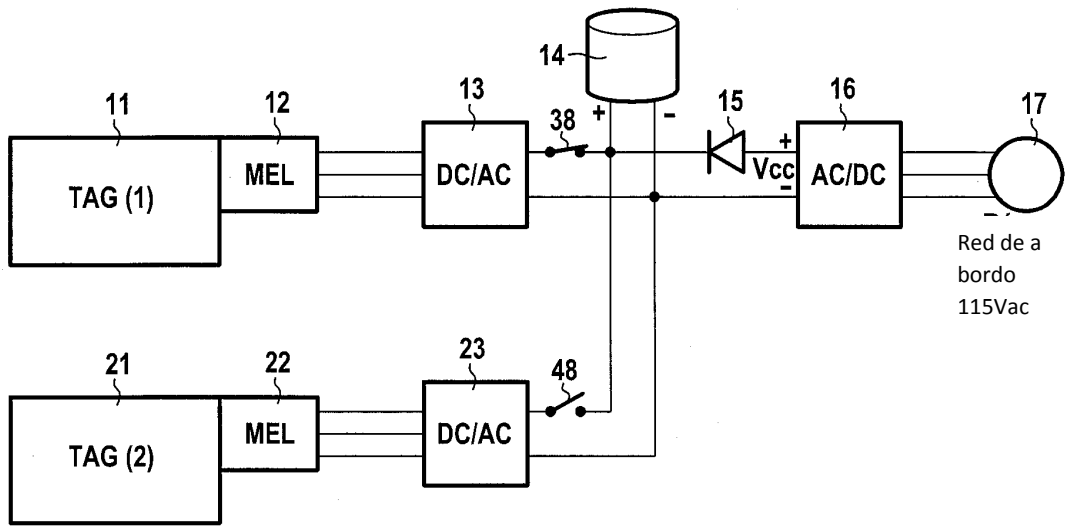


FIG.4

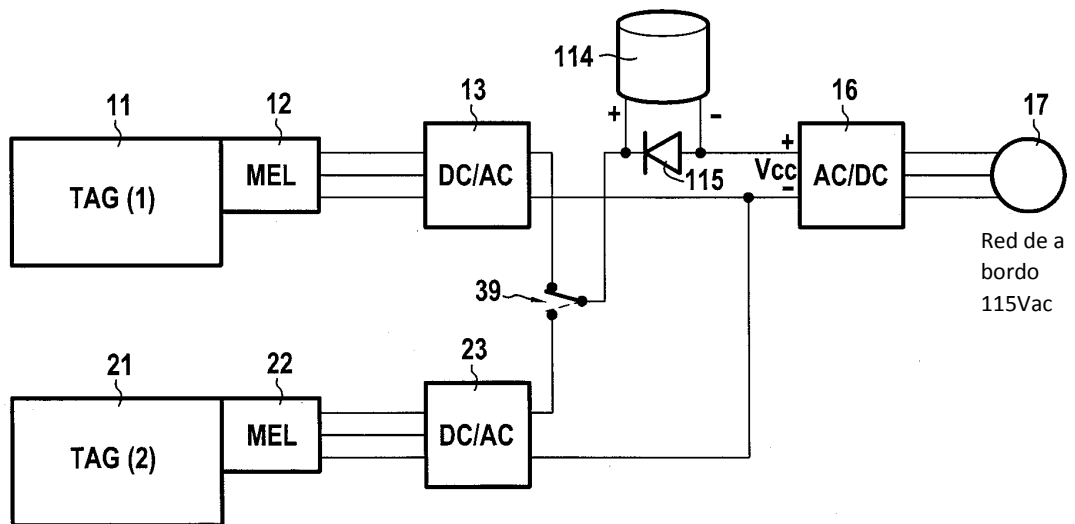


FIG.5