

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 673 280**

51 Int. Cl.:

F02C 6/20 (2006.01)

F02N 11/08 (2006.01)

F02C 7/268 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.03.2015 PCT/FR2015/050675**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.10.2015 WO15145031**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2015 E 15714880 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.05.2018 EP 3123013**

54 Título: **Procedimiento y sistema de reactivación rápida de turbomáquina**

30 Prioridad:

27.03.2014 FR 1452628

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

21.06.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 673 280 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y sistema de reactivación rápida de turbomáquina

Campo técnico y estado de la técnica anterior

La invención se refiere a un procedimiento y a un sistema de reactivación rápida de una turbomáquina.

- 5 El campo de aplicación de la invención es, más en particular, el del gobierno del arranque de motores aeronáuticos de propulsión con turbina de gas, tales como turbosjes de helicóptero o turbosjes de aeronaves de ala fija.

10 Un turbosje de aeronave comprende de manera conocida una cámara de combustión, un árbol de compresor en el que va montada una rueda de álabes de compresor para alimentar con aire comprimido dicha cámara de combustión y al menos un arrancador o un generador-arrancador unido a dicho árbol, en orden a proporcionarle el par de arranque suficiente para producir su giro.

15 Para arrancar el turbosje, el arrancador acelera en primer lugar el árbol de compresor en una primera fase de arranque durante la cual se pone a presión y se purga el circuito de combustible aguas arriba de los inyectores de arranque. Seguidamente, en una segunda fase de arranque, se inicia una inyección de combustible antes de que se realice el encendido de dicho combustible en la cámara de combustión del turbosje. Finalmente, en una tercera fase de arranque, a una velocidad de giro predefinida, la acción del arrancador se detiene y el turbosje puede seguir acelerando merced a la combustión de dicho combustible.

20 Para permitir el encendido del combustible, el aire proporcionado por la rueda de álabes de compresor a la cámara de combustión debe cumplir ciertas condiciones de presión y de velocidad en los inyectores de combustible, en orden a garantizar una razón combustible / aire precisa y a no apagar la llama. Ahora bien, al ser el volumen de aire proporcionado por la rueda de álabes de compresor a la cámara de combustión proporcional a la velocidad de giro del árbol de compresor, la velocidad de giro del árbol del generador de gas debe, pues, estar comprendida dentro de un intervalo de velocidad, denominado ventana de encendido, y ello durante un tiempo suficientemente largo para que el encendido se realice correctamente.

25 Tradicionalmente, los turbosjes de la práctica totalidad de los helicópteros ligeros o medianos, e incluso aquellos de ciertos helicópteros pesados, así como numerosos turbosjes de aviones ligeros de ala fija, son arrancados con el concurso de un arrancador o de un generador-arrancador de corriente continua alimentado a una tensión de continua de 28 V.

30 La invención es de aplicación más particular en los helicópteros equipados con al menos dos turbosjes. Cada turbosje se diseña de manera sobredimensionada para poder mantener en vuelo el helicóptero en caso de avería del otro motor. Estos turbosjes sobredimensionados funcionan, la mayor parte del tiempo, a carga parcial, siendo relativamente baja la potencia necesaria para mantener el helicóptero en vuelo de crucero. Por lo tanto, este funcionamiento es gravoso en consumo de combustible. Esta es la razón por la que, con el fin de reducir este consumo en régimen de crucero, es posible detener uno de los turbosjes. El motor activo funciona entonces con un régimen de potencia más elevado y, por tanto, con un nivel de consumo específico (Cs) más favorable.

35 Se describen sistemas de regulación para la optimización del consumo específico especialmente en los documentos FR 2967132 A1 y FR 2967133 A1. Según estos documentos, en un helicóptero bimotor en vuelo de crucero económico, es decir, que se encuentra en una fase de vuelo caracterizada por una potencia demandada a cada motor bastante baja, típicamente del orden del 50 % al 60 % de la potencia máxima continua, de modo abreviado PMC (iniciales de "Potencia Máxima Continua"), que se traduce en un consumo específico muy elevado, se pone en reserva (cámara encendida o apagada - virador) una de las dos turbinas, de tal modo que el otro motor funciona en régimen elevado y, por ende, se beneficia de un consumo específico mucho menor. En este caso interesa, no obstante, para cumplir con la seguridad, poder efectuar de manera simple y fiable, en un helicóptero bimotor, el modo de reactivación rápida de un motor desde un modo de reserva.

40 Por otro lado, ya se ha propuesto, por ejemplo en el documento EP 2264297 A en relación con un turbosje equipado con un generador-arrancador a 28 V acoplado al generador de gas, asistir el arranque mediante un sistema auxiliar compuesto por un banco de supercapacidades, que está conectado en paralelo con la batería de 28 V del helicóptero. No obstante, este sistema presenta inconvenientes por cuanto que el nivel de tensión utilizado es fijo, no está adaptado a una reactivación rápida y la máquina eléctrica constituida por el generador-arrancador no puede suministrar la potencia necesaria para la función arranque rápido durante toda la fase transitoria. Por otro lado, la arquitectura conocida propuesta tan solo está encaminada a permitir un arranque de generador de gas en parada.

45 El documento EP 2581586 A describe un sistema de arranque de motores de helicóptero, en el que se ponen en práctica fuentes de energía eléctrica basadas en una tecnología de batería tradicional de helicóptero para el arranque normal y, como complemento, se ponen en práctica sistemas de almacenamiento eléctrico de tipo supercapacidades (EDLC). La tensión nominal es la propia de la red de a bordo, a saber, 28 V en corriente continua. Por ende, el arrancador es utilizado en su modo nominal y el rendimiento de arranque se obtiene haciendo variar las

características eléctricas de la fuente: durante un arranque normal, la batería tradicional de helicóptero se conecta al arrancador y, durante un arranque rápido, el segundo dispositivo que comprende los sistemas de almacenamiento de tipo supercapacidad se conecta al arrancador. Así resulta que, en todos los casos, el nivel de tensión utilizado no deja de ser aquel (por ejemplo, 28 V) de las baterías tradicionales de helicóptero y, para esta tensión, la máquina eléctrica constituida por el arrancador no puede suministrar la potencia necesaria para la función arranque rápido (reactivación de emergencia) durante toda la fase transitoria.

Es, pues, deseable un sistema que permita hacer más robusto el encendido y el arranque de los turboejes, inclusive en modo de reserva, pero, si se realiza de manera convencional, precisará de un convertidor continua-continua imponente, puesto que tendrá que estar dimensionado para corrientes muy intensas con posibilidad de sobrepasar el millar de amperios.

Definición y objeto de la invención

La invención se encamina a subsanar los citados inconvenientes y a permitir especialmente realizar, en un helicóptero bimotor, una función de re arranque de emergencia (reactivación rápida) de uno de los motores desde un modo de reserva.

Más en particular, la invención se encamina a proponer una arquitectura eléctrica de un sistema de arranque de turboeje que constituye un dispositivo de hibridación eléctrica que da respuesta especialmente a los siguientes objetivos:

- ser capaz de cumplir las funciones convencionales de un arrancador, es decir, encargarse del arranque normal del turboeje y de la ventilación seca,
- ser capaz de las prestaciones requeridas para realizar las funciones de reactivación de emergencia, dado que las características eléctricas (tensión, impedancia) de los elementos generadores de la red de a bordo de la aeronave –batería, generador o alternador– están dimensionadas para encargarse del arranque normal de las turbomáquinas, pero son generalmente insuficientes para suministrar el nivel de corriente necesario para la obtención del par de arranque puntual, pero apreciablemente más elevado, que caracteriza una reactivación de emergencia,
- minimizar las restricciones eléctricas y las repercusiones sobre la red de a bordo de helicóptero: generación, distribución, batería,...
- ser lo más ligero y lo más óptimo posible,
- en su caso, poder ser integrado fácilmente en turbinas existentes y, por tanto, ser compatible con los generadores/arrancadores de escobillas “corrientes”.

Para resolver los problemas anteriormente mencionados, se propone una aeronave que comprende una turbomáquina que tiene un sistema de reactivación rápida, que comprende una máquina eléctrica alimentada con corriente continua a partir de una red de a bordo de alimentación eléctrica incluida en dicha aeronave, caracterizada por que además comprende un interruptor interpuesto entre la red de a bordo de alimentación eléctrica y la máquina eléctrica, abriéndose dicho interruptor para encargarse del aislamiento de la máquina eléctrica con respecto a la red de a bordo de alimentación eléctrica cuando se selecciona la reactivación de emergencia, un conjunto adicional que comprende una pluralidad N de elementos de almacenamiento de energía eléctrica y una unidad de gobierno adaptada para gobernar un dispositivo de descarga de los elementos de almacenamiento de energía eléctrica, estando el dispositivo de descarga de los elementos de almacenamiento de energía eléctrica incorporado en la aeronave y adaptado para permitir la puesta en paralelo, con la red de a bordo de alimentación eléctrica, de un circuito en serie que comprende una parte al menos de los N elementos de almacenamiento de energía eléctrica,), configurándose la tensión en bornes de la máquina eléctrica mediante conmutación secuencial del número de los N elementos de almacenamiento para acompañar el aumento de la fuerza contraelectromotriz de la máquina eléctrica a la par del aumento de la velocidad del generador de gas asociado a la turbomáquina, de manera tal que, cuando el sistema de reactivación rápida está en servicio, la máquina eléctrica sea alimentada por un nivel de tensión por encima del de sus características nominales.

Ventajosamente, los elementos de almacenamiento tienen una impedancia de fuente menor y una densidad de potencia superior a las de la red de a bordo de alimentación eléctrica, en orden a ser compatibles con los elevados niveles de par y, por tanto, de corriente exigidos por una reactivación de emergencia de la turbomáquina.

Los elementos de almacenamiento pueden ser de tipo supercapacidad (EDLC).

Los elementos de almacenamiento pueden aún ser de tipo condensador híbrido (LIC).

De acuerdo con una forma de realización particular de la invención, la unidad de gobierno está asociada a un dispositivo de carga y de equilibrado y al interruptor para gobernar la carga de los elementos de almacenamiento a partir de la máquina eléctrica funcionando como generador eléctrico, fuera de los periodos de reactivación rápida.

De acuerdo con otra forma de realización particular de la invención, la unidad de gobierno está asociada a un dispositivo de carga y de equilibrado para gobernar la carga de los elementos de almacenamiento a partir de la red de a bordo de alimentación eléctrica fuera de los periodos de reactivación rápida.

5 El sistema de arranque según la invención se aplica ventajosamente en una turbomáquina de un helicóptero bimotor.

Asimismo, la invención se refiere a un procedimiento de reactivación rápida para una turbomáquina de aeronave que comprende una máquina eléctrica, alimentada con corriente continua a partir de una red de a bordo de alimentación eléctrica incluida en la aeronave, caracterizado por que el procedimiento comprende las etapas consistentes en interrumpir de manera selectiva la unión eléctrica entre dicha red de a bordo de alimentación eléctrica y dicha máquina eléctrica con el concurso de un interruptor que está en posición de abierto para encargarse del aislamiento de la máquina eléctrica con respecto a la red de a bordo de alimentación eléctrica, cuando se selecciona la reactivación de emergencia, y encargarse, con el concurso de una unidad de gobierno y de un dispositivo de descarga de los elementos de almacenamiento, de la puesta en paralelo, con la red de a bordo de alimentación eléctrica, de un circuito en serie que comprende una parte al menos de N elementos de almacenamiento de energía eléctrica, configurándose la tensión en bornes de la máquina eléctrica mediante conmutación secuencial del número de los N elementos de almacenamiento para acompañar el aumento de la fuerza contraelectromotriz de la máquina eléctrica a la par del aumento de la velocidad del generador de gas asociado a la turbomáquina, de manera tal que, cuando el sistema de reactivación rápida está en servicio, la máquina eléctrica sea alimentada por un nivel de tensión por encima del de sus características nominales.

20 La red de a bordo de alimentación eléctrica puede comprender un alternador o un generador de corriente, o se puede conexionar a una conexión eléctrica exterior (cuando la aeronave está en tierra) o también se puede enchufar a una batería de acumulador, por ejemplo de 28 V.

De acuerdo con una forma de realización particular, el procedimiento de arranque según la invención comprende además una etapa de gobierno de la carga de los elementos de almacenamiento, mediante un dispositivo de carga y de equilibrado, a partir de la red de a bordo de alimentación eléctrica, fuera de los periodos de reactivación rápida.

De acuerdo con otra forma de realización particular, el procedimiento de arranque según la invención comprende además una etapa de gobierno de la carga de los elementos de almacenamiento, mediante un dispositivo de carga y de equilibrado, y del interruptor, a partir de la máquina eléctrica funcionando como generador eléctrico, fuera de los periodos de reactivación rápida.

30 La invención es de aplicación muy particularmente en los sistemas de arranque de turboejes de aeronaves y especialmente de helicópteros.

Breve descripción de los dibujos

Otras características y ventajas de la invención se desprenderán de la siguiente descripción de formas particulares de realización, dadas a título de ejemplos, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

35 la figura 1 es una vista esquemática de conjunto de un ejemplo de realización de un dispositivo de reactivación rápida de turbomáquina de acuerdo con la invención,

las figuras 2A a 2C representan las señales de gobierno de conmutadores para efectuar la descarga de elementos de almacenamiento de energía eléctrica en el ámbito de un dispositivo de reactivación rápida de turbomáquina de acuerdo con la invención,

40 la figura 3 es un diagrama que muestra un ejemplo de evolución, en función del tiempo, de la velocidad o de la f_{cem} de una máquina eléctrica gobernada de acuerdo con la invención,

la figura 4 es un diagrama que muestra un ejemplo de evolución, en función del tiempo, de la intensidad de la corriente de una máquina eléctrica gobernada de acuerdo con la invención,

45 la figura 5 es un diagrama que muestra un ejemplo de evolución, en función del tiempo, de la tensión aplicada a una máquina eléctrica gobernada de acuerdo con la invención,

la figura 6 es un primer ejemplo de realización de un dispositivo de equilibrado y de carga de celdas de almacenamiento de energía eléctrica que puede ser llevado a la práctica en el dispositivo de reactivación rápida de turbomáquina conforme a la invención, y

50 la figura 7 es un segundo ejemplo de realización de un dispositivo de equilibrado y de carga de celdas de almacenamiento de energía eléctrica que puede ser llevado a la práctica en el dispositivo de reactivación rápida de turbomáquina conforme a la invención.

Descripción detallada de formas preferentes de realización

En la figura 1, se ha representado esquemáticamente la configuración general de un dispositivo según la invención.

El sistema de re arranque de emergencia, es decir, de reactivación rápida de una turbomáquina puesta en situación de reserva, comprende una red de a bordo de alimentación eléctrica 10, que comprende, entre otros, una batería de acumuladores 13, que puede ser una batería única o un grupo de baterías y puede estar constituida por la alimentación convencional de una red de a bordo de una aeronave, por ejemplo a una tensión de 28 V, pero la invención no queda limitada a tal valor.

La red de a bordo de alimentación eléctrica 10 aún puede estar asociada a un alternador o un generador de corriente 11, o se puede conexionar a una conexión eléctrica exterior 12 (cuando la aeronave está en tierra), además del hecho de poderse enchufar a una batería de acumulador 13, por ejemplo de 28 V.

Una máquina eléctrica 60 puede estar constituida por un simple arrancador de corriente continua o por un generador-arrancador (GA) capaz de funcionar no sólo en modo motor, sino también en modo generador cuando se acaba la fase de arranque, por ejemplo con el fin de alimentar la red de a bordo 10. Más adelante en la descripción, el término "arrancador" designa indistintamente un simple arrancador y un generador-arrancador, a menos que se indique lo contrario.

No se han representado en la figura 1 los elementos principales de la turbomáquina que son convencionales y pueden comprender un generador de gas que a su vez comprende un compresor, una cámara de combustión y una turbina de alta presión, así como una turbina libre y accesorios de arranque. Tampoco se han representado en la figura 1 un sensor de la velocidad de giro del arrancador, ni un sensor de la velocidad de giro del árbol del compresor de la turbomáquina. Sin embargo, se ha representado de manera esquemática una línea 61 que transmite a la unidad de gobierno 20 una información de velocidad o de fcem (fuerza contraelectromotriz) de la máquina eléctrica 60 que puede estar constituida por un arrancador o un generador-arrancador.

El sistema de arranque según la invención comprende una unidad de gobierno 20. No se han representado en la figura 1 los diversos sensores de medida del funcionamiento de la turbomáquina, tales como sensores de temperatura, que permiten conocer especialmente el estado de funcionamiento en la cámara de combustión.

La unidad de gobierno 20, que puede estar asociada al computador electrónico 21 tradicional de la turbomáquina, también denominado EECU (a partir de la expresión inglesa "Engine Electronic Control Unit"), o puede estar integrada directamente en el mismo, se encarga de la gestión de las medidas proporcionadas por los sensores y del gobierno del sistema de arranque a partir del módulo de gestión de la red de a bordo de una aeronave. La unidad de gobierno 20 está adaptada para recibir un comando de arranque normal (línea 22) o un comando de reactivación de emergencia (línea 23).

El dispositivo de arranque según la invención comprende además un interruptor 50 (K_D) interpuesto entre la red de a bordo 10 y la máquina eléctrica 60, un conjunto 30 de N elementos de almacenamiento de energía eléctrica 30a,..., 30n (condensadores de capacidad C_1, C_2, \dots, C_N) y un dispositivo de descarga de los elementos de almacenamiento 40 que recibe señales de gobierno $K_1, K_2 \dots K_i, \dots, K_n$ por unas líneas 20a, 20b,... 20i,... 20n desde la unidad de gobierno 20.

La unidad de gobierno 20 gobierna el interruptor 50 por una línea 51 (comando K_D), así como un conjunto de otros conmutadores 40a, 40b,..., 40n del dispositivo 40 de los elementos de almacenamiento (comandos $K_1, K_2 \dots K_N$) que permite la puesta en paralelo, con la red de a bordo de alimentación eléctrica 10, de un circuito en serie que comprende la totalidad o parte de los N elementos de almacenamiento de energía eléctrica 30a,..., 30n con el fin de proporcionar la energía necesaria para el re arranque de emergencia que constituye una reactivación rápida de la turbina anteriormente puesta en reserva. Unos diodos 41a, 41b,..., 41n se hallan montados en serie con los conmutadores 40a, 40b,..., 40n.

El sistema según la invención, merced a los subconjuntos adicionales 20, 30, 40, 50, 70, permite configurar la fuente de tensión destinada a alimentar la máquina eléctrica 60 de manera tal que, cuando el sistema de reactivación rápida se halla en función "reactivación de emergencia", se aplica un nivel de tensión entre los bornes de la máquina eléctrica 60 que está por encima del propio de las características nominales de esta máquina eléctrica 60, con el fin de poder aumentar el par mecánico transitorio proporcionado, al propio tiempo que se aplica la tensión de manera gradual con el fin de limitar la cresta de corriente de arranque al comienzo de la reactivación de emergencia y de acompañar el aumento de la fcem del arrancador a la par de la elevación de velocidad del generador de gas.

Los elementos de almacenamiento 30a,..., 30n tienen una impedancia fuente menor y una densidad de potencia superior a las de los elementos de almacenamiento de la red de a bordo de alimentación eléctrica 10 y, por tanto, están adaptados para el suministro de una corriente de arranque elevada el breve tiempo que dura una reactivación de emergencia.

Los elementos de almacenamiento adicionales 30a,..., 30n pueden estar constituidos especialmente por supercapacidades (EDLC) o por condensadores híbridos (LIC).

Se describirá ahora de manera más detallada el funcionamiento del sistema de arranque según la invención.

- 5 Cuando se selecciona el arranque normal, por ejemplo mientras que la aeronave está en tierra y la turbomáquina está inicialmente parada, la EECU 21 transmite el comando de arranque normal por la línea 22 a la unidad de gobierno 20, la cual provoca el cierre del interruptor 50 por la línea de gobierno 51. El arrancador 60, entonces, es alimentado directamente por la red de a bordo 10 y aplica al generador de gas de la turbomáquina un par de arranque. De manera conocida, el nivel de tensión y la impedancia de los elementos generadores de la red de a bordo 10 están adaptados para el suministro de la moderada corriente necesaria para un arranque normal de la turbomáquina. La misma operativa se utiliza asimismo en vuelo para la reactivación normal de una turbomáquina puesta previamente en reserva, cuando el re arranque no presenta un carácter de emergencia.
- 10 Cuando se selecciona el arranque de emergencia, mientras que la aeronave está en vuelo y la turbomáquina está inicialmente en modo de reserva, la EECU 21 transmite el comando de reactivación de emergencia por la línea 23 a la unidad de gobierno 20, que se encarga de las siguientes funciones:
- gobierno de la apertura del interruptor 50 que se encarga del aislamiento de la máquina eléctrica 60 con respecto a la red de a bordo 10,
 - 15 - configuración de la tensión en bornes de la máquina eléctrica 60 mediante conmutación secuencial del número de elementos de almacenamiento 30a,..., 30n necesarios en el seno del conjunto 30 para, por una parte, gestionar la corriente proporcionada a la máquina eléctrica 60 con el fin de permitir obtener un par mecánico apreciablemente superior al par de arranque normal y, por otra, para acompañar el aumento de la fcm de la máquina eléctrica 60 a la par del aumento de la velocidad del generador de gas.
- 20 Las combinaciones de cierre de los contactores 40a, 40b,..., 40n pueden ser diferentes en función de la naturaleza de los elementos de almacenamiento 30a, 30b,..., 30n, así como de las características de la máquina eléctrica 60.
- Se ha representado en las figuras 2A a 2C y 3 a 5 un ejemplo que ilustra una cronología del gobierno de los interruptores 40a a 40n (comandos K_1 a K_N) que permite limitar la corriente y, por tanto, el par en la máquina durante las primeras fases del arranque de emergencia al tiempo que sigue aumentando su velocidad en el final de arranque, donde la máquina eléctrica 60 estará sometida a una tensión de funcionamiento superior a su punto óptimo de funcionamiento.
- 25 De manera más particular, en la figura 2A se ve una señal 101 correspondiente a un comando K_1 que se encarga del cierre del contactor 40a entre un instante inicial T_1 y un instante final T_F .
- En la figura 2B, se ve una señal 102 correspondiente a un comando K_2 que se encarga del cierre del contactor 40b entre un instante inicial T_2 , posterior al instante inicial T_1 , y un instante final T_F .
- 30 En la figura 2C, se ve una señal 109 correspondiente a un comando K_N que se encarga del cierre del último contactor 40n entre un instante inicial T_N , posterior al conjunto de los instantes iniciales T_1, T_2, \dots , y un instante final T_F .
- Se comprende, a tenor de las figuras 2A, 2B y 2C, que un gobierno escalonado de los contactores 40a, 40b,... 40n permite conectar sucesivamente los elementos de almacenamiento 30a, 30b,... 30n en serie y aplicar la suma de las tensiones resultante al devanado de inducido de la máquina eléctrica 60.
- 35 La figura 3 muestra la evolución, en función del tiempo, de la velocidad o de la fcm de la máquina eléctrica 60 gobernada de acuerdo con la secuencia de las figuras 2A a 2C. La curva de evolución comprende un primer tramo 111 que evoluciona entre los instantes T_1 y T_2 entre unos umbrales S_1 (igual a cero) y S_2 , y luego unos tramos sucesivos 112,... que evolucionan entre los instantes T_2 y T_N entre unos umbrales S_2 y S_N y, luego, finalmente, un último tramo 119 que evoluciona entre el instante T_N y un instante final T_F entre el umbral S_N y un umbral final S_F que presenta un valor máximo.
- 40 La figura 4 muestra la evolución, en función del tiempo, de la intensidad de la corriente de la máquina eléctrica 60 gobernada de acuerdo con la secuencia de las figuras 2A a 2C. En cada instante inicial de la aplicación de una señal de gobierno K_1, K_2, \dots, K_N en instantes sucesivos T_1, T_2, \dots, T_N , la intensidad de la corriente alcanza un valor máximo I_{MAX} , y luego decrece (tramos 121, 122,..., 129) para volver a cero en el instante final T_F . Un adecuado gobierno de los contactores K_1, K_2, \dots, K_N permite limitar la máxima corriente absorbida por la máquina eléctrica 60, y con ello el par, a un nivel admisible por la cadena mecánica de impulsión del generador de gas, al propio tiempo que conserva durante toda la secuencia de activación de emergencia un par medio elevado.
- 45 La figura 5 muestra la evolución, en función del tiempo, de la tensión aplicada a la máquina eléctrica 60 gobernada de acuerdo con la secuencia de las figuras 2A a 2C. En cada instante inicial de la aplicación de una señal de gobierno K_1, K_2, \dots, K_N en instantes sucesivos T_1, T_2, \dots, T_N , la tensión aplicada a la máquina eléctrica 60 aumenta en un valor $V_{C10}, V_{C20}, \dots, V_{CN0}$ igual al valor de carga inicial del elemento de almacenamiento 30a, 30b,..., 30n, y luego decrece (tramos 131, 132,..., 139) a la par de la descarga de los elementos de almacenamiento así conectados en paralelo con la máquina eléctrica 60, al propio tiempo que se mantiene en un valor que aumenta progresivamente
- 55

hasta alcanzar un valor U_{MAX} en el instante inicial del comando K_N de cierre del último contactor 40n. Por lo tanto, un adecuado gobierno de los contactores K_1, K_2, \dots, K_N permite adaptar gradualmente el nivel de la tensión aplicado a la máquina eléctrica 60 a la par del aumento de la velocidad y, por tanto, de la f_{cem} de la máquina, facultando el mantenimiento de un considerable par de arranque medio en el generador de gas hasta velocidades elevadas. Se hace notar que, aunque el nivel de tensión máximo U_{MAX} aplicado a la máquina eléctrica 60 en el final de activación de emergencia sobrepase la tensión nominal de la red de a bordo, sin embargo, no deja de ser compatible con la durabilidad de los aislantes y del colector de la máquina eléctrica para una utilización excepcional.

En el funcionamiento en régimen nominal, es decir, fuera de un periodo de activación de emergencia, la unidad de gobierno 20 y el dispositivo de carga y de equilibrado 70 de las celdas tienen como función complementaria cargar y mantener cargados los elementos de almacenamiento 30a, ..., 30n del conjunto adicional de elementos de almacenamiento 30 y, de una manera general, supervisar estos elementos de almacenamiento 30a a 30n.

La carga de los elementos de almacenamiento 30a, ..., 30n del conjunto adicional 30 puede llevarse a cabo a partir de la red de alimentación 10 del helicóptero o, a título de variante, a partir de la máquina eléctrica 60 funcionando como generador eléctrico.

Se han representado en las figuras 6 y 7 dos ejemplos de funcionamiento del dispositivo de equilibrado y de carga 70 de las celdas constituidas por los elementos de almacenamiento 30a, 30b, ..., 30n. Como se representa en la figura 1, el dispositivo de equilibrado y de carga 70 de las celdas puede alimentarse a partir de la red de a bordo 10 mediante un enlace 72 y puede ser gobernado de manera selectiva por la unidad de gobierno 20 (enlace 71) en los periodos situados fuera de la reactivación de emergencia. Los dispositivos de equilibrado y de carga descritos con referencia a las figuras 6 y 7 están respectivamente designados por las referencias 170 y 270.

El dispositivo de equilibrado y de carga de la figura 6, denominado comúnmente estructura de acumulación (o "flyback" en inglés), comprende en su entrada una unidad de filtrado 171, seguida de un condensador 172 montado en paralelo con un circuito que comprende un devanado primario 174 de un transformador y un órgano electrónico de control 173. Un conjunto N de devanados secundarios 175a, 175b, ..., 175n de transformador alimentan, por mediación de diodos rectificadores 176a, 176b, ..., 176n, un conjunto N de elementos de almacenamiento de energía eléctrica 30a, 30b, ..., 30n, en orden a proporcionar entre los bornes de los diferentes elementos de almacenamiento de energía eléctrica de capacidades C_1, C_2, \dots, C_N unas tensiones $V_{C10}, V_{C20}, \dots, V_{CN0}$.

El dispositivo de equilibrado y de carga de la figura 7, denominado comúnmente estructura directa (o "forward" en inglés), comprende en su entrada una unidad de filtrado 271, seguida de un condensador 272 montado en paralelo con un circuito que comprende un conjunto de componentes electrónicos de alimentación de un devanado primario 274 de un transformador. Los componentes electrónicos pueden comprender un puente en H constituido a partir de cuatro diodos 281 a 284 y cuatro órganos electrónicos de control 273, 277, 278, 279. Un conjunto N de devanados secundarios 275a, 275b, ..., 275n de transformador alimentan, por mediación de diodos rectificadores 276a, 276b, ..., 276n, un conjunto N de elementos de almacenamiento de energía eléctrica 30a, 30b, ..., 30n, en orden a proporcionar entre los bornes de los diferentes elementos de almacenamiento de energía eléctrica de capacidades C_1, C_2, \dots, C_N unas tensiones $V_{C10}, V_{C20}, \dots, V_{CN0}$.

La forma de realización de la figura 6, cuyo primario 174 del transformador se considera como una fuente de corriente, permite hacer una transferencia energética con un almacenamiento de la energía al primario. De este modo, se puede tener controlada la energía transferida a los secundarios 175a, 175b, ..., 175n del transformador. Esta solución permite optimizar la masa de la electrónica de control a costa de la masa del elemento inductivo.

La forma de realización de la figura 7, cuyo primario 274 del transformador se considera como una fuente de tensión, permite optimizar el tamaño del elemento inductivo a costa de la electrónica de control. El sistema según la invención está adaptado para encargarse de un re arranque de emergencia en vuelo de un turboeje en unos segundos.

Se hace notar que, ventajosamente, al poder efectuarse en tierra la recarga de los elementos de almacenamiento 30a, 30b, ..., 30n, hallándose los turboejes en funcionamiento en ralentí durante la fase de preparación de la aeronave antes del despegue, la extracción de energía eléctrica correspondiente se puede extender por espacio de tiempo relativamente largo (unas decenas de segundos a unos minutos) sin impacto operativo negativo, lo cual permite, por una parte, evitar sobredimensionar los elementos generadores de la red de a bordo y, por otra, disminuir la potencia para la cual se dimensionan los dispositivos de recarga tal y como se describen en las figuras 6 y 7 y, por tanto, limitar apreciablemente su masa y su volumen.

Los equipos adicionales del sistema según la invención son muy simples en su puesta en práctica y son muy compactos. De este modo, el conjunto adicional de elementos de almacenamiento 30, la unidad de gobierno 20, el dispositivo de equilibrado 70 y el dispositivo de descarga 40 pueden ir integrados directamente en el compartimento motor de la turbomáquina.

La invención se presta asimismo a una puesta en práctica en helicópteros ya operantes, en cuanto las modificaciones que han de introducirse en los circuitos existentes son simples de realizar.

Así, de acuerdo con la invención, se propone poner en práctica un medio técnico práctico para realizar, en un helicóptero bimotor, una función de re arranque de emergencia (reactivación rápida) a partir de un modo de reserva. Así, de acuerdo con la invención, se aprovecha el arrancador eléctrico 60 de una turbina fuera de su rango de funcionamiento nominal con el fin de satisfacer la demanda de potencia mecánica necesaria para el re arranque de emergencia en vuelo.

5

REIVINDICACIONES

1. Aeronave que comprende una turbomáquina que tiene un sistema de reactivación rápida, que comprende una máquina eléctrica (60) alimentada con corriente continua a partir de una red de a bordo de alimentación eléctrica (10) incluida en dicha aeronave, caracterizada por que además comprende un interruptor (50) interpuesto entre la red de a bordo de alimentación eléctrica (10) y la máquina eléctrica (60), abriéndose dicho interruptor (50) para encargarse del aislamiento de la máquina eléctrica (60) con respecto a la red de a bordo de alimentación eléctrica (10) cuando se selecciona la reactivación de emergencia, un conjunto adicional (30) que comprende una pluralidad N de elementos de almacenamiento de energía eléctrica (30a,..., 30n) y una unidad de gobierno (20) adaptada para gobernar un dispositivo de descarga (40) de los elementos de almacenamiento de energía eléctrica (30a,..., 30n), estando el dispositivo de descarga (40) de los elementos de almacenamiento de energía eléctrica (30a,..., 30n) incorporado en la aeronave y adaptado para permitir la puesta en paralelo, con la red de a bordo de alimentación eléctrica (10), de un circuito en serie que comprende una parte al menos de los N elementos de almacenamiento de energía eléctrica (30a,..., 30n), configurándose la tensión en bornes de la máquina eléctrica (60) mediante conmutación secuencial del número de los N elementos de almacenamiento (30a,..., 30n) para acompañar el aumento de la fuerza contraelectromotriz de la máquina eléctrica (60) a la par del aumento de la velocidad del generador de gas asociado a la turbomáquina, de manera tal que, cuando el sistema de reactivación rápida está en servicio, la máquina eléctrica (60) sea alimentada por un nivel de tensión por encima del de sus características nominales.
2. Aeronave según la reivindicación 1, caracterizada por que los elementos de almacenamiento (30a,..., 30n) tienen una impedancia de fuente menor y una densidad de potencia superior a las de la red de a bordo de alimentación eléctrica (10).
3. Aeronave según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizada por que los elementos de almacenamiento (30a,..., 30n) son de tipo supercapacidad (EDLC).
4. Aeronave según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizada por que los elementos de almacenamiento (30a,..., 30n) son de tipo condensador híbrido (LIC).
5. Aeronave según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada por que la unidad de gobierno (20) está asociada a un dispositivo de carga y de equilibrado (70) y al interruptor (50) para gobernar la carga de los elementos de almacenamiento (30a,..., 30n) a partir de la máquina eléctrica (60) funcionando como generador eléctrico, fuera de los periodos de reactivación rápida.
6. Aeronave según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada por que la unidad de gobierno (20) está asociada a un dispositivo de carga y de equilibrado (70) para gobernar la carga de los elementos de almacenamiento (30a,..., 30n) a partir de la red de a bordo de alimentación eléctrica (10) fuera de los periodos de reactivación rápida.
7. Aeronave según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada por estar constituida por un helicóptero bimotor.
8. Procedimiento de reactivación rápida para una turbomáquina de aeronave que comprende una máquina eléctrica (60), alimentada con corriente continua a partir de una red de a bordo de alimentación eléctrica (10) incluida en dicha aeronave, caracterizado por que el procedimiento comprende las etapas consistentes en interrumpir de manera selectiva la unión eléctrica entre dicha red de a bordo de alimentación eléctrica (10) y dicha máquina eléctrica (60) con el concurso de un interruptor (50) que está en posición de abierto para encargarse del aislamiento de la máquina eléctrica (60) con respecto a la red de a bordo de alimentación eléctrica (10), cuando se selecciona la reactivación de emergencia, y encargarse, con el concurso de una unidad de gobierno (20) y de un dispositivo de descarga (40) de los elementos de almacenamiento, de la puesta en paralelo, con la red de a bordo de alimentación eléctrica (10), de un circuito en serie que comprende una parte al menos de N elementos de almacenamiento de energía eléctrica (30a,..., 30n), configurándose la tensión en bornes de la máquina eléctrica (60) mediante conmutación secuencial del número de los N elementos de almacenamiento (30a,..., 30n) para acompañar el aumento de la fuerza contraelectromotriz de la máquina eléctrica (60) a la par del aumento de la velocidad del generador de gas asociado a la turbomáquina, de manera tal que, cuando el sistema de reactivación rápida está en servicio, la máquina eléctrica (60) sea alimentada por un nivel de tensión por encima del de sus características nominales.
9. Procedimiento de reactivación rápida según la reivindicación 8, caracterizado por que además comprende una etapa de gobierno de la carga de los elementos de almacenamiento (30a,..., 30n), mediante un dispositivo de carga y de equilibrado (70), a partir de la red de a bordo de alimentación eléctrica (10), fuera de los periodos de reactivación rápida.
10. Procedimiento de reactivación rápida según la reivindicación 8, caracterizado por que además comprende una etapa de gobierno de la carga de los elementos de almacenamiento (30a,..., 30n), mediante un dispositivo de carga y de equilibrado (70), y del interruptor (50), a partir de la máquina eléctrica (60) funcionando como generador

eléctrico, fuera de los periodos de reactivación rápida.

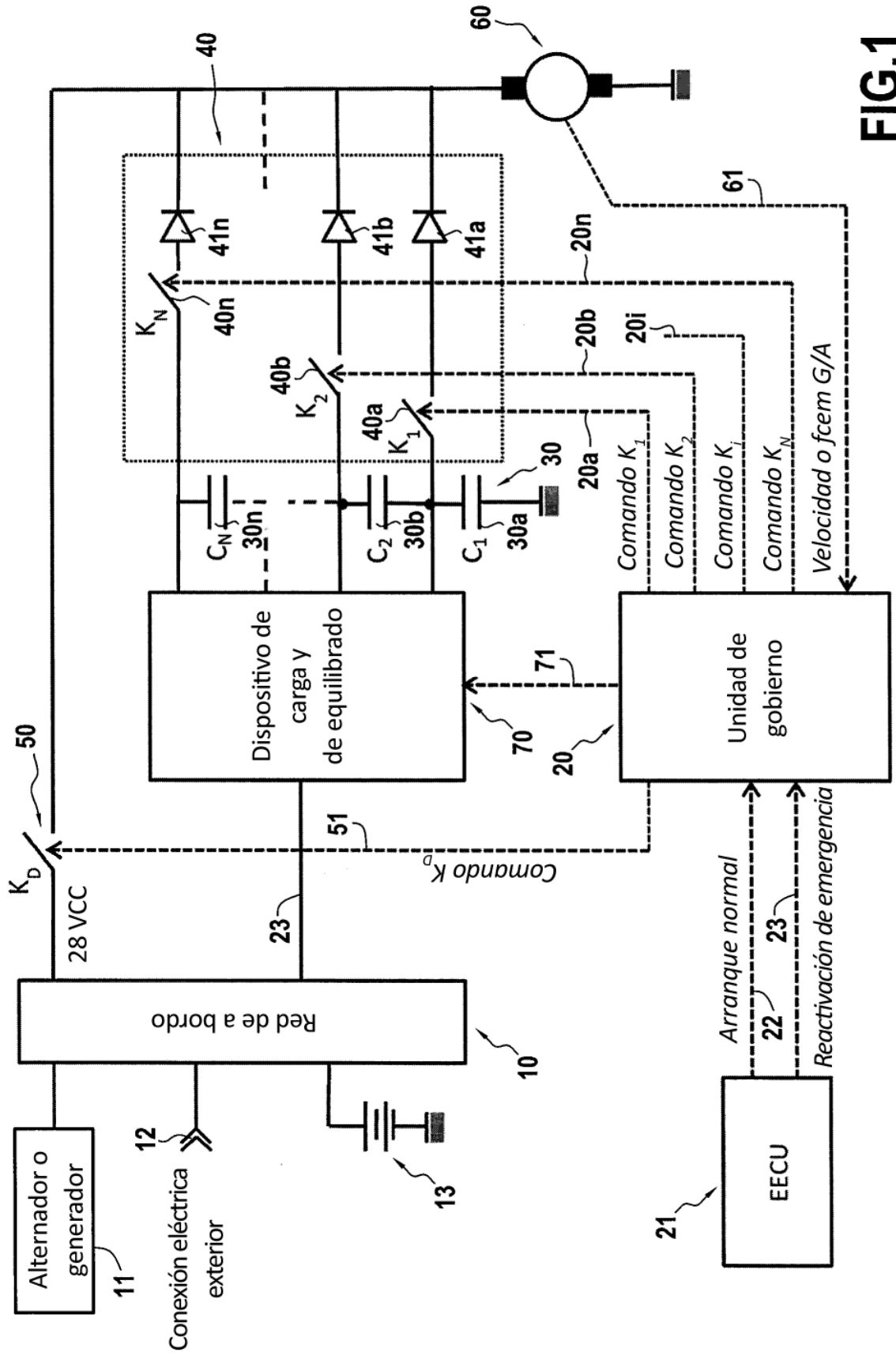
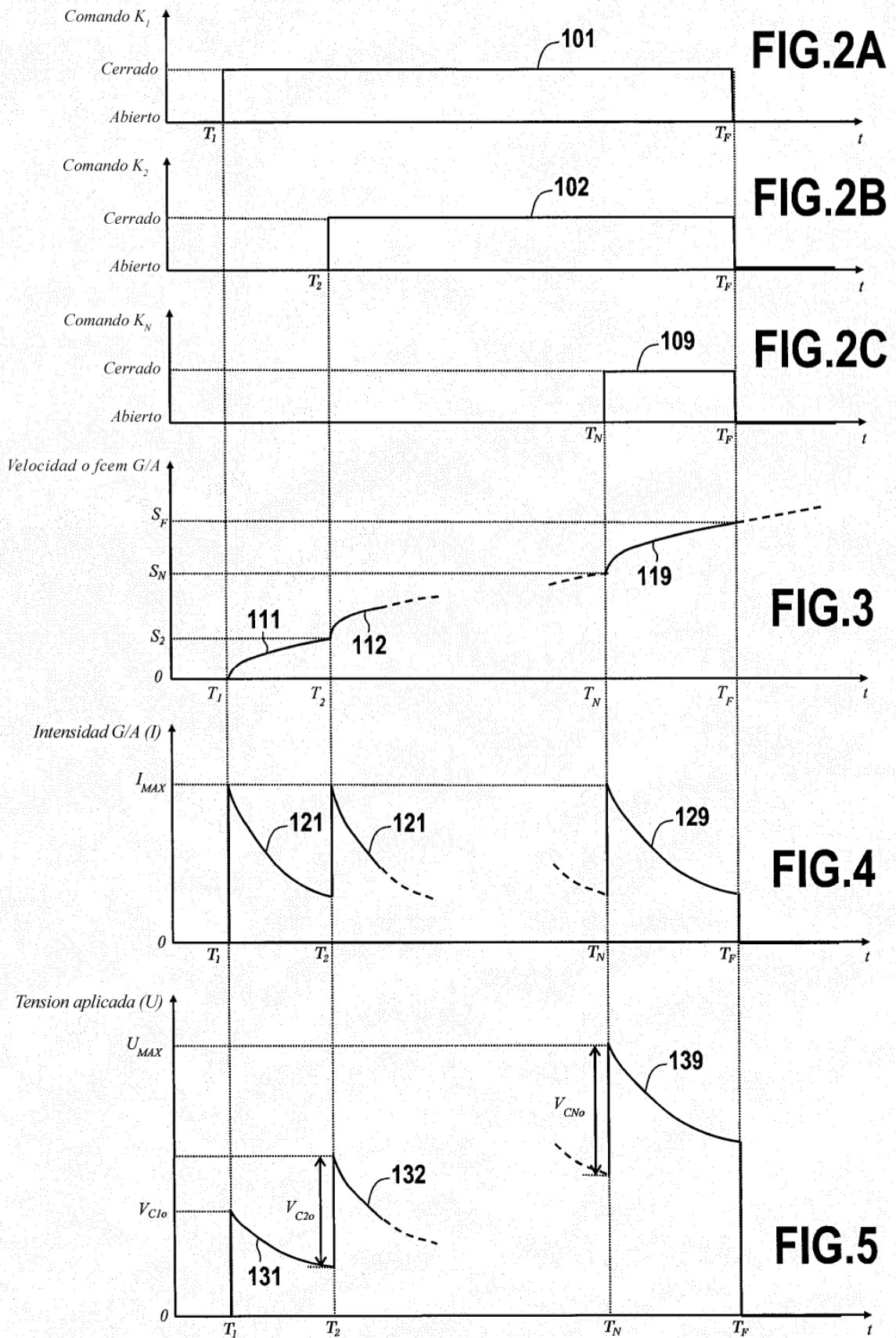


FIG.1



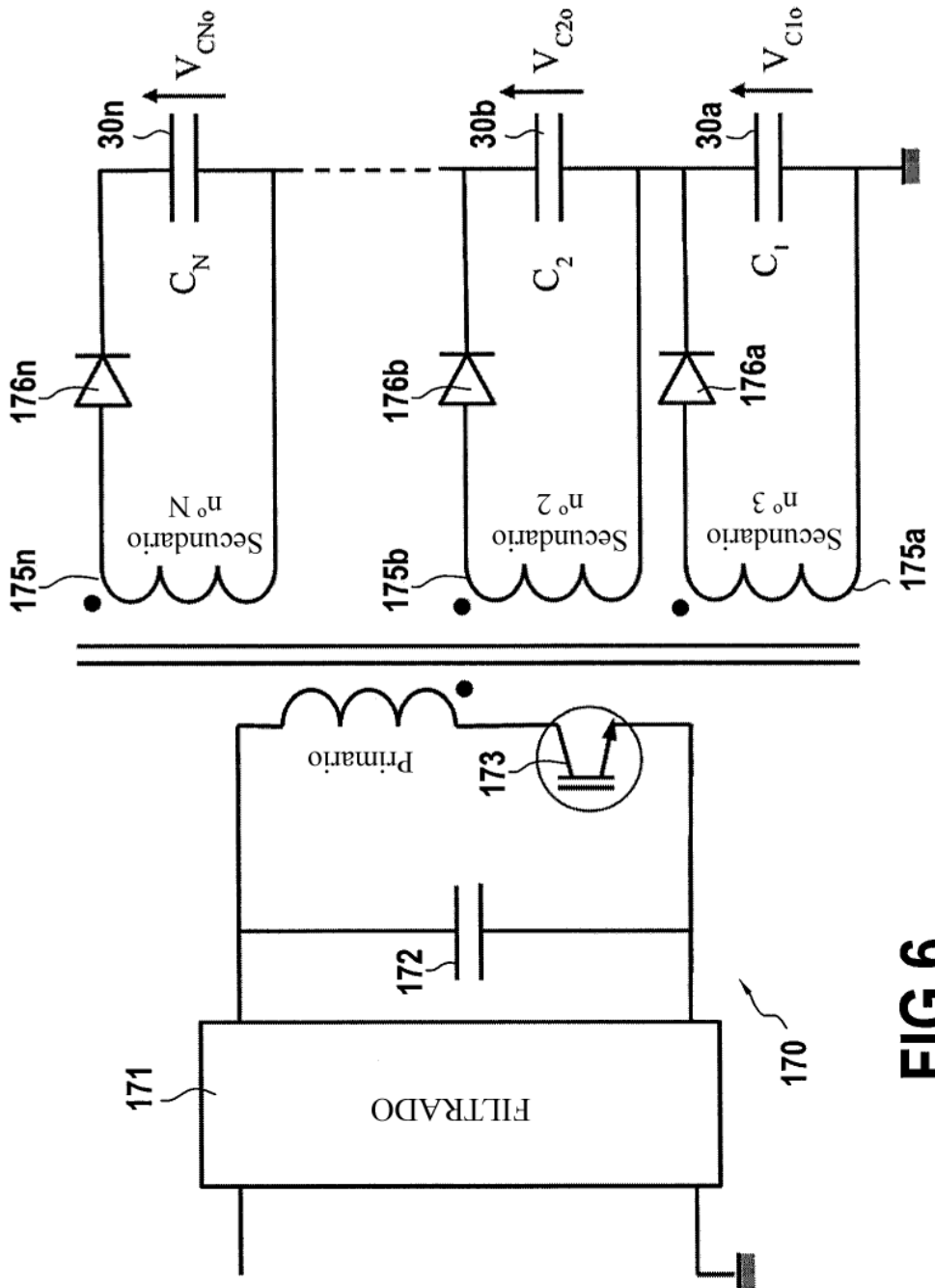


FIG.6

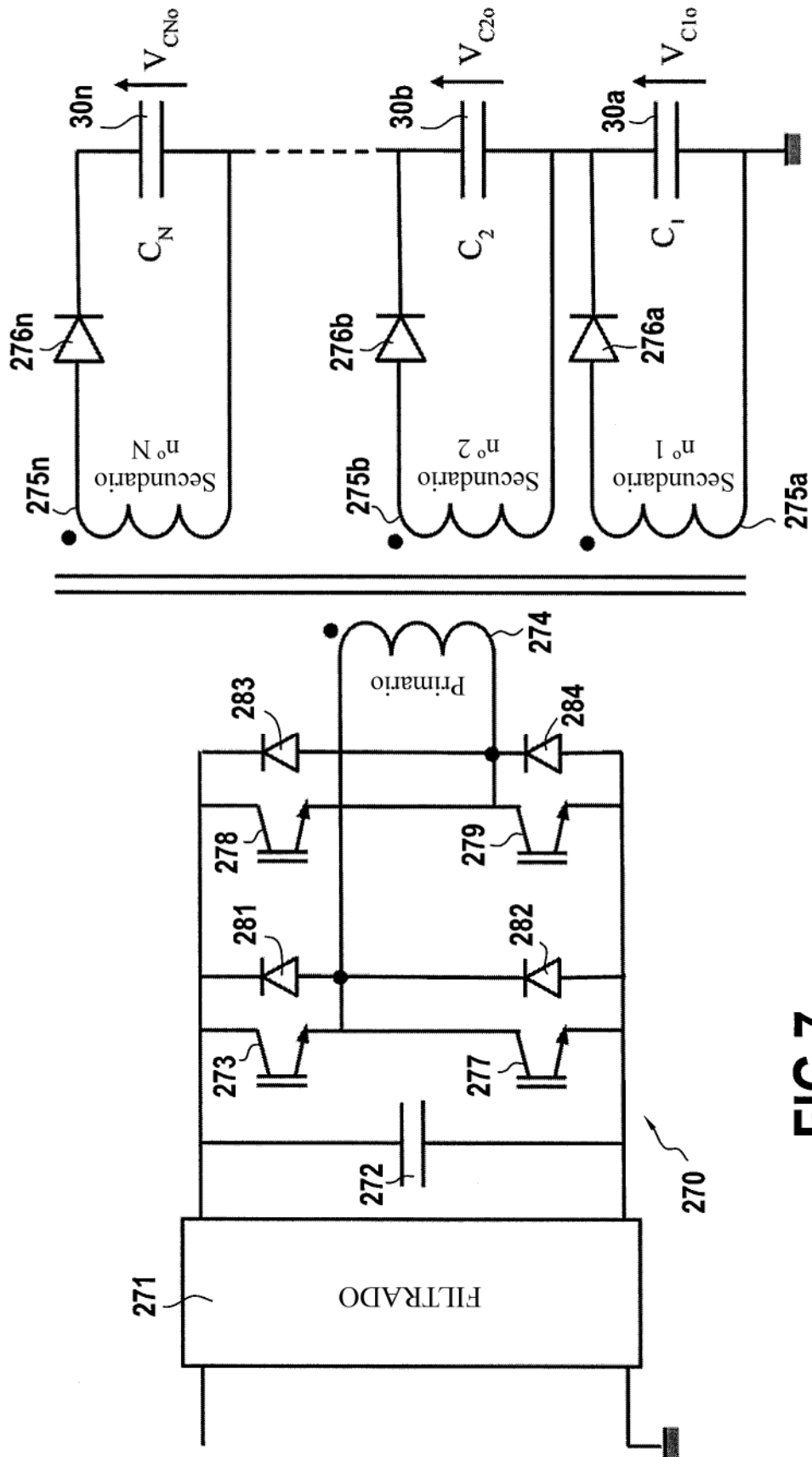


FIG.7