



# OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: 2 551 101

51 Int. Cl.:

H02J 7/34 (2006.01) H02J 1/10 (2006.01) H02J 4/00 (2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: 09.04.2009 E 09730465 (3)
(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: 26.08.2015 EP 2260560

(54) Título: Procedimiento de gestión de una red eléctrica

(30) Prioridad:

09.04.2008 FR 0801952

Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente: 16.11.2015

(73) Titular/es:

THALES (100.0%) 45, rue de Villiers 92200 Neuilly-sur-Seine, FR

(72) Inventor/es:

TARDY, ALAIN

(74) Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario** 

#### **DESCRIPCIÓN**

Procedimiento de gestión de una red eléctrica

La invención se refiere a un procedimiento de gestión de una red eléctrica. La invención encuentra una utilidad particular en aeronáutica para los aviones comerciales de grandes dimensiones que incluyen cada vez más equipos eléctricos a bordo. Estos equipos son de naturaleza muy variada y su consumo energético es muy variable en el tiempo. A título de ejemplo, los sistemas de climatización y de iluminación internos son de funcionamiento casi continuo mientras que unos sistemas de seguridad redundantes tales como unos controles de regulación de vuelo, no se utilizan más que excepcionalmente.

Generalmente, el avión dispone de un bus de suministro de energía eléctrica trifásico que permite la alimentación del conjunto de los equipos eléctricos denominados cargas en lo que sigue. Recientemente tras la aparición de cargas de elevada potencia (motores eléctricos o subredes de alterna) que necesitan ser alimentadas por unos onduladores de tensión trifásicos, se han instalado a bordo de los aviones unos buses de continua de alta tensión alimentados a partir del bus de alterna a través de rectificadores. Estos buses de continua de alta tensión son bien conocidos en la literatura anglosajona bajo nombre HVDC por: "High Voltage Direct Current". En lo que sigue, el bus de continua de alta tensión se denominada bus HVDC.

Las diferentes cargas pueden necesitar unas aportaciones energéticas diferentes en tensión y naturaleza de corriente, alterna o continua. En la solicitud de patente francesa, nº FR 2 899 734 presentada en nombre del presente solicitante, se ha propuesto una compartición de convertidores que puedan alimentar diferentes cargas en función de su necesidad instantánea de energía eléctrica a partir de un bus de suministro de energía.

Actualmente no están resueltos varios problemas. Con el incremento del número de cargas eléctricas, ciertas pueden a veces regenerar energía eléctrica. En la actualidad, la regeneración se tiene en cuenta localmente en la carga considerada previendo unos medios locales de disipación de energía producida por la carga como por ejemplo unas resistencias que permitan la disipación de la energía regenerada por efecto joule. Entre las cargas regenerativas embarcadas a bordo de una aeronave, se cuentan por ejemplo unos controles de vuelo controlados eléctricamente. Cuando se busca frenar un mando de vuelo, el control de vuelo asociado regenera la energía eléctrica.

En efecto, una carga que reenvíe la energía hacia un bus puede implicar una inestabilidad del bus.

La invención viene a paliar este problema proponiendo un procedimiento particular de gestión de una red que comprenda unos convertidores compartidos.

30 Un objeto de la invención es evitar la disipación sin reutilización de la energía regenerada por ciertas cargas.

Otro objeto de la invención es minimizar las reconfiguraciones de la asociación entre convertidores y cargas.

Un avión dispone igualmente de baterías que permiten alimentar ciertas cargas mientras no estén disponibles unos generadores eléctricos embarcados o exteriores. En particular, las baterías deben auxiliar ciertos calculadores o ciertos sistemas eléctricos críticos como por ejemplo los controles de vuelo, el frenado, la inversión de potencia de los motores o el arranque de turbinas a través de un bus de continua de baja tensión. La invención permite igualmente conectar estas baterías a los convertidores compartidos.

Con este fin, la invención tiene por objeto un procedimiento de gestión de una red eléctrica que comprende

un bus de alimentación eléctrica,

35

- varias cargas susceptibles o bien de suministrar o bien de consumir la energía eléctrica del bus,
- una pluralidad de convertidores reversibles que permiten intercambiar la energía entre el bus y las diferentes cargas
  - unos medios de conmutación que permitan hacer variar una asociación entre los convertidores y las cargas,

estando el procedimiento caracterizado por que si una carga regenera energía, se disipa esta energía en otras cargas.

45 El documento US 6 441 581 (King Robert Dean [US] et ál.) del 27 de agosto de 2002 describe un sistema de gestión de la energía eléctrica así como el procedimiento asociado.

La invención se comprenderá mejor y surgirán otras ventajas con la lectura de la descripción detallada del modo de realización dado a título de ejemplo, descripción ilustrada por el dibujo adjunto en el que:

La figura 1 representa un ejemplo de red eléctrica que implementa la invención.

La invención se describe en relación a una red eléctrica implementada en una aeronave. Por supuesto es posible implementar la invención en otros campos, particularmente unos campos que utilicen unas redes eléctricas embarcadas. La invención se define por las características de las reivindicaciones independientes. Los modos de

### ES 2 551 101 T3

realización preferidos se definen por las reivindicaciones dependientes.

10

15

30

35

40

45

50

55

60

La figura 1 representa esquemáticamente diferentes equipos eléctricos embarcados a bordo de una aeronave principalmente un avión comercial de grandes dimensiones. Este avión dispone de dos generadores principales 10a y 10b indicados por MG. Cada generador está accionado por uno de los motores del avión. Los generadores 10a y 10b funcionan cuando los motores del avión funcionan y suministran por ejemplo una tensión de 115 V a una frecuencia de 400 Hz hacia unos buses de alterna, respectivamente 11a y 11b del avión. Unos medios de desconexión 12a y 12b permiten abrir la conexión que une cada generador 10a y 10b al bus asociado 11a y 11b. Asociado a cada generador principal, un generador auxiliar 13a y 13b, indicado por APU, es accionado por una turbina dedicada a cada generador 13a y 13b para suministrar al bus de alterna correspondiente 11a y 11b la tensión de 115 V. Igualmente, unos medios de desconexión 14a y 14b permiten abrir la conexión que une el generador auxiliar 13a o 13b al bus 11a u 11b correspondiente. La turbina funciona utilizando el carburante del avión y se pone en marcha cuando el avión está en tierra.

A bordo del avión, se instala igualmente, asociado a cada bus 11a y 11b, un armario de potencia 15a y 15b. Este tipo de armario es bien conocido en la literatura anglosajona bajo nombre de "Power Center". Los dos armarios 15a y 15b son similares y para simplificar lo que sigue de la descripción solo se describirá uno. El armario 15a comprende un rectificador 20a conectado a una red alterna 11a y permite suministrar una tensión de continua a un bus de alimentación eléctrica en continua de alta tensión 21a, indicado por HVDC según una abreviatura anglosajona para: "High Voltage Direct Current". Una tensión normalmente utilizada por el bus de continua de alta tensión 21a es de 540 V.

El bus de continua 21a alimenta varios convertidores de energía 22a a 24a destinado cada uno a alimentar una carga, por ejemplo 26 y 27 por intermedio de medios de conmutación 30a. La representación de la figura 1 es esquemática. En la práctica, una carga puede alimentarse por varios convertidores o incluso un convertidor puede alimentar varias cargas. Ciertas cargas pueden alimentarse en tensión continua y el convertidor asociado convertir entonces la tensión del bus de continua 21a en una tensión utilizable por la carga considerada. En un avión de grandes dimensiones, se encuentran numerosas cargas que utilizan una tensión alterna de 115 V bajo una frecuencia de 400 Hz. Para alimentar estas cargas, los convertidores 22a a 24a son unos onduladores. Unos onduladores conocidos tienen la particularidad de ser reversibles.

Cada convertidor 22a a 24a se puede asignar en tiempo real a las diferentes cargas 26 y 27 en función de la necesidad instantánea de cada carga y en función de la disponibilidad de cada uno de los convertidores 22a a 24a. Los medios de conmutación 30a permiten hacer variar en tiempo real la asociación entre convertidores 22a a 24a y cargas 26 y 27. La asociación de los convertidores 22a a 24a y de las cargas 26 y 27 se realiza en función de la necesidad de la corriente instantánea y del modo de control instantáneo de la carga que tienen asociada. El modo de control de la carga depende esencialmente del tipo de carga. A título de ejemplo normalmente realizado en un avión, se puede citar la regulación de velocidad, de par o de posición, el anti-hielo o el deshielo, el funcionamiento a potencia constante y unas estrategias diversas de control motor (debilitamiento del campo, control con o sin captador).

Los medios de conmutación 30a incluyen por ejemplo unos interruptores controlados eléctricamente que permiten asociar cada convertidor a todas las cargas que son compatibles con él. Se entiende por compatible el hecho de que varias cargas puedan funcionar con la ayuda del mismo convertidor, principalmente cuando necesitan la misma alimentación, por ejemplo una tensión de 115 V a una frecuencia de 400 Hz. Los convertidores permiten suministrar una misma alimentación formando un grupo cuyos miembros son intercambiables. Los diferentes miembros de un grupo son ventajosamente idénticos. Esto reduce los costes de realización de los convertidores normalizando su producción y permite simplificar el mantenimiento del avión no manteniendo en almacén de repuestos más que un uno solo tipo de convertidor. Como se verá a continuación, ciertos tipos de convertidores pueden suministrar varias alimentaciones diferentes en función del modo de control del convertidor. De ese modo, un mismo grupo de convertidores, se puede asociar por ejemplo a unas cargas que funcionan en tensión alterna, por ejemplo 115 V 400 Hz, y unas cargas que funcionan en tensión continua como por ejemplo unas baterías.

El grupo se puede reconfigurar en función de la necesidad instantánea de las cargas que se pueden alimentar por este grupo. No es necesario disponer de un convertidor dedicado a cada carga. En efecto, las cargas no funcionan todas simultáneamente. El número de convertidores de un mismo grupo se define en función de la potencia máxima instantánea que el conjunto de las cargas asociadas a un grupo puede consumir. Esta potencia es inferior a la adición de las potencias máximas de cada carga. Los medios de conmutación 30a permiten por lo tanto reducir el número de convertidores embarcados y por lo tanto la masa de estos convertidores.

Además, la reconfiguración permite mejorar la disponibilidad de las cargas. En efecto, en caso de avería de un convertidor, otro convertidor del mismo grupo puede tomar inmediatamente al relevo para alimentar una carga dada. Ciertas cargas críticas, tales como por ejemplo unos controles de regulación de vuelo, pueden funcionar de ese modo con alimentación de seguridad sin necesitar por ello la redundancia de un convertidor únicamente dedicado a estos controles. El conjunto de los convertidores del mismo grupo forma entonces un recurso común capaz de alimentar un grupo de cargas. En el interior del mismo recurso común, los diferentes convertidores que la componen no están diferenciados.

## ES 2 551 101 T3

Una carga particular de la red está constituida por un elemento de almacenamiento de energía tal como por ejemplo una batería, un condensador, o una súper-capacidad 35a conectada a uno de los convertidores por medio de los medios de conmutación 30a. De manera clásica en un avión, se conoce la utilización de una batería de tensión nominal de 28 V en continua. Por supuesto son posibles otras tensiones de baterías para la realización de la invención. A partir de un bus 21a, de 540 V en continua, se puede controlar el convertidor 22a de manera que éste suministre directamente la tensión continua de 28 V a un segundo bus de continua 33a que puede alimentar el elemento de almacenamiento de energía 35a. Es posible intercalar entre el segundo bus 33a y el elemento de almacenamiento de energía 35a un cargador de batería que permita regular la corriente que carga la batería. Es igualmente ventajoso intercalar, para cargar el elemento de almacenamiento de energía 35a, entre el convertidor 22 y el elemento de almacenamiento de energía 35a, una unidad de transformación y de rectificación.

5

10

15

25

Esta unidad es bien conocida en la literatura anglosajona bajo el nombre de "Transformer Rectifier Unit" y se denominará en lo que sigue: TRU. La TRU es alimentada por el bus de alterna del avión y suministra la tensión de continua de 28 V. La TRU comprende generalmente un transformador que funciona a la frecuencia de la red alterna del avión, por ejemplo entre 300 Hz y 1200 Hz. La TRU se alimenta en tensión alterna de 115 V 400 Hz y suministra una tensión de continua de 28 V. La utilización de una TRU facilita el funcionamiento del convertidor 22a utilizado como ondulador que recibe la tensión continua de 540 V. Se puede considerar el conjunto formado por la TRU y el elemento de almacenamiento de energía 35a como una carga que se pueda asociar a uno de los convertidores por los medios de conmutación 30a.

Se supone que la carga 27 es susceptible de o bien consumir energía o bien de generar energía eléctrica. Según la invención, cuando la carga 27, regenera energía, esta energía se reenvía por el convertidor asociado a la carga 27 hacia el bus 21a. Al ser bidireccional el convertidor, no hay que modificar la asociación realizada por los medios de conmutación 30a entre el periodo o la carga 27 que consume y el período o la carga 27 que disipa la energía.

En el ejemplo representado, la carga 27 disipa la energía que regenera hacia la carga 26. Globalmente el bus 21a es consumidor de energía. Dicho de otra manera, las cargas consumidoras de energía conectadas al bus 21a son capaces de consumir toda la energía que el bus 21a recibe, principalmente, por el rectificador 20a y por la carga regeneradora 27.

Ventajosamente, si la energía regenerada no se puede disipar en las otras cargas, en el caso de la carga 26, se carga la batería 35. En este caso incluso, no es necesario modificar la asociación realizada por los medios de conmutación 30a.

- Ventajosamente, si para un primero de los centros de potencia, sea el caso del centro 15a, la potencia regenerada no se puede disipar en las otras cargas asociadas al centro 15a, la carga regeneradora 27 disipa su potencia hacia el bus 21b del segundo centro de potencia 15b. Con este fin, la carga 27 está conectada a la vez, a los medios de conmutación 30a y 30b para poder disipar la potencia regenerada o bien hacia el bus 21a, a través de uno de los convertidores 22a, 23a o 24a, o bien hacia el bus 21b a través de uno de los convertidores 22b, 23b o 24b.
- 35 Si la energía regenerada no se puede disipar en las otras cargas, se carga uno de los elementos de almacenamiento de energía (35a, 35b) de uno de los centros de potencia.

#### **REIVINDICACIONES**

- 1. Procedimiento de gestión de una red eléctrica embarcada, **caracterizado porque** la red comprende dos centros de potencia (15a, 15b) que permiten alimentar cada uno varias cargas (26, 27, 28), comprendiendo cada centro de potencia (15a, 15b):
- un bus de alimentación eléctrica (21a, 21b),

5

10

- una pluralidad de convertidores (22, 23, 24) reversibles que permiten intercambiar la energía entre el bus (21a, 21b) y las diferentes cargas (26, 27, 28),
- unos medios de conmutación (30) que permiten hacer variar una asociación entre los convertidores (22, 23, 24) y las cargas (26, 27, 28),
- un elemento de almacenamiento de energía (35a, 35b),

caracterizado porque si para un primero de los centros de potencia (15a), la potencia regenerada no se puede disipar en las otras cargas (26, 35a) asociadas al primer centro (15a), la carga regeneradora (27) disipa su potencia hacia el bus (21b) del segundo centro de potencia (15b).

- 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** si la energía regenerada no se puede disipar en las otras cargas, se carga uno de los elementos de almacenamiento de energía (35a, 35b).
  - 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la red equipa una aeronave.

