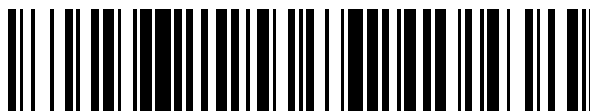


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 755 363**

51 Int. Cl.:

**H02J 3/38** (2006.01)

**H02J 3/46** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.11.2015 E 15382561 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2019 EP 3168950**

54 Título: **Sistema de distribución de energía eléctrica para una aeronave**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**22.04.2020**

73 Titular/es:

**AIRBUS OPERATIONS, S.L. (100.0%)**  
**Avenida John Lennon, s/n**  
**28906 Getafe (Madrid), ES**

72 Inventor/es:

**DEMELAS, SALVATORE**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 755 363 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**

Sistema de distribución de energía eléctrica para una aeronave

**Objeto de la invención**

5 La presente invención se refiere a un nuevo sistema de distribución de energía eléctrica para una aeronave, en particular, para aquellas aeronaves que tienen múltiples generadores eléctricos alimentados por la misma caja de engranajes de motor, y cuya arquitectura de distribución de energía eléctrica usa un conjunto especializado de cables de alimentación entre cada generador de energía eléctrica y el centro de distribución de energía de la aeronave.

10 Un objeto de la invención es proporcionar un sistema de distribución de energía eléctrica que minimice el peso de los sistemas de distribución de energía eléctrica convencionales, a la vez que simplifica la conexión entre los generadores de energía eléctrica del motor y el centro de distribución de energía de la aeronave.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de distribución de energía eléctrica que reduzca el número de unidades de control de generador (GCU) requeridas para que el motor suministre energía eléctrica a la aeronave, permitiendo un ahorro de costes y de espacio cuando se instala en la aeronave.

**Antecedentes de la invención**

15 La unidad de potencia auxiliar (APU) es un motor de turbina de gas que suministra energía eléctrica y neumática a los sistemas de aeronave como una fuente de alimentación auxiliar o secundaria. La APU permite que la aeronave sea autónoma con respecto a fuentes externas de energía eléctrica y neumática en tierra y en vuelo.

20 La caja de engranajes de la APU transfiere potencia desde el motor a los generadores de energía eléctrica. Estos generadores suministran energía eléctrica al centro de distribución de energía de la aeronave. La turbomaquinaria de APU se monta en un compartimento de combustión especializado en el cono de cola de la aeronave, el compartimento de APU, mientras que el centro de distribución de energía se instala tradicionalmente en la sección de morro.

25 Para satisfacer las necesidades de energía de una aeronave, en algunos de los diseños actuales, la turbomáquina de APU acciona dos generadores de energía eléctrica. Estos dos generadores operan como dos fuentes de alimentación independientes, de manera que el control y la distribución de estos sistemas de distribución de energía eléctrica convencionales se duplican por completo. Por lo tanto, los sistemas de distribución de energía eléctrica actuales comprenden dos conjuntos de cables de alimentación para conectar cada generador con el centro de distribución de energía, y dos unidades de control de generador, una unidad de control de generador para cada generador de energía eléctrica.

30 Como se muestra en la figura 1, un sistema de distribución de energía eléctrica convencional comprende una caja (2) de engranajes de motor, un centro (6) de distribución de energía, al menos dos generadores (3) de energía eléctrica trifásicos para accionarse por la caja (2) de engranajes de motor, y una unidad (7) de control de generador para cada generador (3). Los generadores (3) de energía eléctrica proporcionan energía al centro (6) de distribución de energía. Cada unidad (7) de control de generador está conectada a cada uno de los generadores (3) para calcular y proporcionar la corriente de excitación requerida para que el generador (3) alcance la tensión generada deseada. De esta manera, las arquitecturas convencionales mantienen el sistema en un estado de equilibrio, donde cada generador de energía eléctrica suministra la misma tensión al centro de distribución de energía.

40 Sin embargo, estos sistemas convencionales proporcionan elementos duplicados, tales como unidades de control de generador y conjuntos de cables de alimentación, lo que implica una arquitectura de distribución de energía eléctrica más complicada, a la vez que aumentan el coste y el peso del sistema.

La solicitud de patente de Estados Unidos US2006/108882 A1 describe un procedimiento y aparato para lograr la sincronización de fase mecánica de múltiples generadores de CA en un sistema de distribución de energía eléctrica.

45 Por lo tanto, sería deseable proporcionar medios técnicos que simplificaran los sistemas de distribución de energía eléctrica convencionales, reduciendo al mismo tiempo el peso asociado a la vez que maximizando homogéneamente y reutilizando los componentes de la arquitectura eléctrica en las aeronaves existentes. Además, sería deseable reducir el coste asociado a los sistemas de distribución de energía eléctrica tradicionales.

Además, sería deseable extender estos medios técnicos para todos los motores de aeronave, tales como los motores principales o la APU.

**Sumario de la invención**

50 La presente invención supera los inconvenientes mencionados anteriormente proporcionando un sistema de distribución de energía eléctrica, lo que simplifica los sistemas de distribución de energía eléctrica convencionales, al mismo tiempo que logra una reducción de peso y de costes.

La invención se refiere a un sistema de distribución de energía eléctrica para una aeronave que comprende una caja de engranajes de motor, un centro de distribución de energía, al menos dos generadores de energía eléctrica síncronos trifásicos, y al menos dos transformadores de corriente de neutro. Los generadores están adaptados para accionarse por la caja de engranajes de motor y suministran energía eléctrica al centro de distribución. Los transformadores de corriente de neutro están conectados, respectivamente, a cada uno de los generadores de energía eléctrica. De acuerdo con la invención, los generadores están conectados eléctricamente en paralelo entre sí, y el sistema comprende además un conjunto de cables de alimentación, estando los dos generadores de energía eléctrica conectados con el conjunto de cables de alimentación para suministrar simultáneamente energía eléctrica al centro de distribución de energía a través del mismo conjunto de cables de alimentación. Además, el sistema de la invención comprende una unidad de control de generador acoplada eléctricamente con cada uno de los generadores de energía eléctrica para alimentar individualmente cada generador con una corriente de campo de excitación. La unidad de control de generador está acoplada eléctricamente con los dos transformadores de corriente de neutro de cada generador, y está adaptada para detectar un valor de corriente de neutro instantáneo de cada generador. Además, la unidad de control de generador está adaptada para realizar un bucle de regulación de tensión de generador basándose en el valor de tensión deseado y los dos valores de corriente de neutro instantáneos detectados de los dos generadores, modificando individualmente la corriente de campo de excitación de cada generador, para garantizar que ambos generadores estén equilibrados y generen sustancialmente la misma tensión.

Al conectar los generadores de energía eléctrica en paralelo entre sí y dotar a la unidad de control de generador de las conexiones y la configuración requeridas para mantener dichos generadores produciendo la misma tensión, la invención solo requiere extender un único conjunto de cables de alimentación hacia el centro de distribución de energía.

Para ello, la unidad de control de generador está tanto acoplada eléctricamente con cada generador para detectar el valor de corriente de neutro instantáneo de cada generador como adaptada para implementar un bucle de regulación de tensión basándose en el valor de tensión deseado y la corriente de neutro instantánea detectada.

Puesto que los generadores de energía eléctrica se conectan en paralelo, el sistema de la invención solo requiere el uso de un único conjunto de cables de alimentación entre los generadores de energía eléctrica y la energía eléctrica hacia el centro de distribución. Puesto que los generadores de energía eléctrica se montan en el cono de cola y/o en las alas de la aeronave, y el centro de distribución de energía se instala en la sección de morro, la invención reduce el número de cables que atraviesan toda la longitud o una gran parte de la aeronave. Por lo tanto, la invención logra simplificar el sistema de distribución de energía eléctrica.

Además, mediante la retirada de una conexión dedicada entre cada generador del compartimento de unidad de potencia auxiliar y el centro de distribución de energía de la aeronave, y de los componentes de instalación asociados de dichas conexiones dedicadas, la invención permite reducir los costes de instalación y de mantenimiento periódico y directo.

Adicionalmente, la invención logra una reducción de peso significativa al prescindir de una conexión dedicada por cada generador del motor y el centro de distribución de energía.

Además, al proporcionar un sistema de distribución de energía eléctrica que solo requiere un conjunto de cables de alimentación desde el compartimento de motor y el centro de distribución de energía, la invención permite ahorrar espacio, ofreciendo de este modo un espacio adicional o bien para el encaminamiento del colector de cables para cualquier otro sistema de aeronave nuevo o existente, o para colocar cualquier otro equipo de aeronave nuevo o existente.

### **Breve descripción de los dibujos**

Para una mejor comprensión de la invención, se proporcionan los siguientes dibujos con fines ilustrativos y no limitantes, en los que:

45 la figura 1 muestra una vista esquemática de un sistema de distribución de energía eléctrica convencional de una aeronave, en el que cada generador de energía eléctrica de una unidad de potencia auxiliar se conecta al centro de distribución de energía de la aeronave mediante un conjunto de cables de alimentación;

la figura 2 muestra una vista esquemática de un sistema de distribución de energía eléctrica de acuerdo con una realización de la presente invención;

50 la figura 3 muestra una vista lateral esquemática de un sistema de distribución de energía eléctrica de acuerdo con otra realización de la presente invención;

la figura 4 muestra una vista en perspectiva esquemática de un generador que tiene una carcasa y un eje de transmisión de rotor que se acciona por la caja de engranajes de motor, en el que tanto la carcasa como el eje de transmisión de rotor tienen unas marcas de color para garantizar la instalación de generadores sincronizados en fase;

la figura 5 muestra una vista frontal esquemática de la carcasa de generador y el eje de transmisión de rotor mostrados en la figura 4, estando la carcasa de generador y la caja de engranajes de motor configurados para coincidir con el fin de proporcionar unos generadores sincronizados en fase.

### **Realización preferente de la invención**

5 La figura 2 muestra una vista esquemática de un sistema 1 de distribución de energía eléctrica para una aeronave, donde el motor es una APU. De manera convencional, el sistema 1 de distribución de energía eléctrica de la figura 2 comprende una caja 2 de engranajes de APU, un centro 6 de distribución de energía, al menos dos generadores 3 de energía eléctrica síncronos trifásicos adaptados para accionarse por la caja 2 de engranajes de APU y suministrar energía eléctrica al centro 6 de distribución, y al menos dos transformadores 4 de corriente de neutro  
10 conectados, respectivamente, a cada uno de los generadores 3 de energía eléctrica. Además, de manera convencional, el sistema 1 de distribución de energía eléctrica comprende un conjunto de cables 5 de alimentación para conducir la energía eléctrica generada hacia el centro 6 de distribución de energía, y una unidad 7 de control de generador para alimentar el generador 3 con la corriente de excitación requerida para que los generadores 3 alcancen el valor de tensión generado deseado. Alcanzar el valor de tensión deseado garantiza un sistema  
15 equilibrado.

De acuerdo con la invención, los generadores 3 están conectados eléctricamente en paralelo entre sí. Por lo tanto, el sistema 1 solo requiere un único conjunto de cables 5 de alimentación para suministrar energía eléctrica al centro 6 de distribución de energía. Con esto, la invención reduce el peso de los sistemas tradicionales.

Además, la invención proporciona una única unidad 7 de control de generador adaptada para realizar un bucle de regulación de tensión, donde se tienen en cuenta todos los generadores 3 del sistema. De esta manera, la invención reduce aún más el peso de los sistemas tradicionales, al mismo tiempo que simplifica el sistema. Para realizar este bucle de regulación, la unidad 7 de control de generador se acopla eléctricamente con cada uno de los generadores 3 de energía eléctrica, para alimentar individualmente dichos generadores 3 de energía eléctrica con una corriente de campo de excitación, y con el transformador 4 de corriente de neutro de cada generador 3, para detectar el valor  
20 de corriente de neutro instantáneo de cada generador 3. Estos acoplamientos permiten que la unidad 7 de control de generador controle y regule la energía generada por cada generador 3 del sistema. La modificación del valor de corriente de campo de excitación afecta directamente a la tensión generada, y el valor de corriente de neutro instantáneo es indicativo de cuánto se equilibra la energía generada por dicho generador 3.

Para la regulación, la unidad 7 de control de generador está adaptada para modificar individualmente la corriente de campo de excitación de cada generador 3 basándose en un valor de tensión deseado y los dos valores de corriente de neutro instantáneos detectados de los dos generadores 3. La invención garantiza que los generadores 3 generen sustancialmente la misma tensión proporcionando la corriente de campo de excitación requerida por cada generador 3 para producir el valor de tensión deseado.

Preferentemente, como se muestra en las figuras 2 y 3, la unidad 7 de control de generador se conecta con el centro 6 de distribución de energía mediante una única conexión 17 dedicada. Aunque en la técnica anterior, los generadores 3 suministran energía eléctrica al centro 6 de distribución individualmente, en el sistema de la invención, los generadores 3 suministran la energía simultáneamente. Por lo tanto, solo se requiere una conexión 17 dedicada.

Por medio de esta conexión 17 dedicada, la unidad 7 de control de generador recibe y monitoriza la tensión generada por los generadores 3. La unidad 7 de control de generador está adaptada para comparar esta tensión medida con el valor de tensión deseado (habitualmente, alrededor de 235 Vac en las aeronaves más recientes) para realizar el bucle de regulación.

De acuerdo con una realización preferente, la unidad 7 de control de generador está adaptada para proporcionar un bucle de regulación de tensión sincronizada determinando un estado de desequilibrio entre los generadores 3 mediante la obtención del valor de media cuadrática de la diferencia de corriente de neutro instantánea entre los al menos dos generadores 3, y en caso de que se determine un estado desequilibrado, la unidad 7 de control de generador se adapta además para calcular el factor de potencia relativa a partir de la diferencia de corriente de neutro instantánea y el valor de tensión deseado para identificar el generador 3 desequilibrado y modificar la corriente de campo de excitación del generador 3 desequilibrado hasta que se alcance un estado equilibrado.

Preferentemente, la unidad 7 de control de generador está configurada para determinar un estado de desequilibrio entre los generadores 3 cuando el valor de media cuadrática de la diferencia de corriente de neutro instantánea entre los al menos dos generadores 3 es diferente de cero.

Una vez que se determina un estado de desequilibrio entre los generadores 3, se necesita un estado de entrada adicional para identificar qué generador está infraexcitado/sobreexcitado con respecto al otro. Para eso, la unidad 7 de control de generador está configurada para calcular el factor de potencia relativa a partir de la diferencia de corriente de neutro instantánea entre ambos generadores 3 y el valor de tensión POR (punto de regulación) medido y para modificar la corriente de campo de excitación del generador 3 desequilibrado hasta que se alcance un estado equilibrado.

Preferentemente, la unidad 7 de control de generador está configurada para aumentar la corriente de excitación del generador 3 desequilibrado cuando su factor de potencia relativa es un valor negativo, y para disminuir la corriente de excitación del generador 3 desequilibrado cuando el factor de potencia relativa es un valor positivo.

5 Para lograr la operatividad de un sistema de distribución de energía eléctrica con una instalación de generadores paralelos, además de la tensión, hay que sincronizar la frecuencia y la fase de los generadores.

Para esto, de acuerdo con otra realización preferente, la caja 2 de engranajes de APU está adaptada para accionar los al menos dos generadores 3 a la misma velocidad para proporcionar un sistema 1 de frecuencia sincronizada.

10 Preferentemente, como se muestra en las figuras 4 y 5, el generador 3 comprende un eje 12 de transmisión de rotor accionado por la caja 2 de engranajes de motor, y el generador 3 comprende una carcasa 13 adaptada para recibir el eje 12 de transmisión de rotor.

Como se muestra en la figura 4, con el fin de proporcionar unos generadores 3 de fase sincronizada, la carcasa 13 de generador y su eje 12 de transmisión de rotor pueden estar provistos de una marca 14 de color para garantizar que los generadores 3 se montan en fase entre sí.

15 Como se muestra en la figura 5, de acuerdo con otra realización preferente, tanto la caja 2 de engranajes de motor como el eje 12 de transmisión de rotor del generador pueden configurarse para coincidir con el fin de proporcionar unos generadores de fase sincronizada. Preferentemente, el eje 12 de transmisión de rotor de generador comprende unas estrías y la caja 2 de engranajes de motor tiene una forma dentada, y ambos tienen una forma coincidente inequívoca específica que permite una inserción infalible que respeta la posición angular del rotor para garantizar la sincronización de fase.

20 De acuerdo con otra realización preferente, los generadores 3 incluyen unos generadores de imanes permanentes internos (PMG), y la unidad 7 de control de generador está eléctricamente acoplada con cada uno de los generadores 3. En esta realización, la unidad 7 de control de generador puede monitorizar los PMG para detectar instantáneamente la fase y la frecuencia de cada generador 3. Además, la unidad 7 de control de generador puede configurarse adicionalmente para desconectar el sistema 1 y desencadenar una señal de fallo de sincronización si las fases y frecuencias relativas de los generadores 3 superan los umbrales de tolerancia.

25 Como se muestra en la figura 1, en los sistemas de distribución de energía eléctrica convencionales, cada unidad 7 de control de generador se acopla eléctricamente con cada uno de los generadores 3 por una conexión 11 de PMG dedicada. Sin embargo, de acuerdo con la invención, y como se muestra en las figuras 2 y 3, las conexiones 11 de PMG pueden acoplarse a la única unidad 7 de control de generador dedicada.

30 La figura 2 muestra una primera realización de la invención. De acuerdo con esta primera realización, el sistema 1 comprende además un bloque 10 de terminales adaptado para recibir los cables de salida de energía de cada generador 3 y dar salida al conjunto de cables 5 de alimentación a través del que los generadores 3 suministran energía eléctrica al centro 6 de distribución de energía.

35 La figura 3 muestra una segunda realización de la invención. De acuerdo con esta segunda realización, los generadores 3 tienen unos cables de salida de energía, conectándose los cables de salida de energía de todos los generadores 3 entre sí en la entrada del único conjunto de cables 5 de alimentación. Esta segunda realización es más ligera que la primera realización mostrada en la figura 2.

Preferentemente, los generadores 3 del sistema tienen una estructura trifásica de cuatro cables.

40 De acuerdo con una realización preferente, el centro 6 de distribución de energía está localizado en una sección 9 de morro de aeronave, alojándose la caja 2 de engranajes de motor y los generadores 3 de energía eléctrica síncronos trifásicos en el cono 8 de cola de aeronave. En este caso, la caja de engranajes de motor hace referencia a una caja de engranajes de APU, de manera que la invención reduce el número de cables que atraviesan la longitud total de la aeronave. Al mismo tiempo, la invención reduce el peso, los costes y el espacio asociados requeridos por los sistemas tradicionales.

45 Además, en otra realización preferente, el centro 6 de distribución de energía se encuentra a una sección 9 de morro de aeronave, alojándose la caja 2 de engranajes de motor y los generadores 3 de energía eléctrica síncronos trifásicos en la sección central (entre el morro y la sección de cola) de la aeronave. En este caso, la caja 2 de engranajes de motor podría ser una caja de engranajes de motor principal y, en tal caso, la invención también reduciría el número de cables que atraviesan la aeronave.

50 El sistema 1 de distribución de energía eléctrica de las dos últimas realizaciones comprende un bloque 10 de terminales, como la realización mostrada en la figura 2. Preferentemente, el bloque 10 de terminales se aloja cerca del motor para maximizar el ahorro de peso.

Por último, de acuerdo con otro aspecto de la presente invención, la invención comprende, además, una aeronave que comprende el sistema 1 de distribución de energía eléctrica de acuerdo con lo descrito.

Con respecto a las arquitecturas de redes eléctricas existentes, el sistema de distribución de energía eléctrica de la invención presenta las siguientes ventajas:

- 5 - ahorro de peso en el colector de cables de la aeronave, simplificación de la instalación de la aeronave y reducción de costes recurrentes, ya que solo se necesitan cuatro alimentadores (tres fases + neutro) para conectar los generadores paralelos con el centro de distribución de energía en comparación con los al menos ocho alimentadores usados convencionalmente, y
- reducción de peso del equipo y de costes recurrentes, ya que puede usarse una única unidad de control de generador para controlar y regular los generadores paralelos y el centro de distribución de energía de la aeronave los reconocería como uno solo (gestión de energía simplificada).

10 Con respecto a las nuevas arquitecturas de redes eléctricas, el sistema de distribución de energía eléctrica de la invención presenta las siguientes ventajas:

- 15 - modularidad y nuevos desarrollos de reducción de costes no recurrentes, ya que el sistema de la invención permite ampliar las capacidades de generación de energía de una aeronave más eléctrica sin la necesidad de diseñar nuevos generadores eléctricos más grandes. Además, el sistema de la invención evita el rediseño de la distribución de energía de la aeronave cuando la evolución de una aeronave requiere pasar de un generador de un solo motor a un generador de doble motor con el fin de hacer frente a mayores necesidades de energía, ya que el centro de distribución de energía de la aeronave reconocería los generadores paralelos como uno solo,
- 20 - en caso de fallo de los componentes de los generadores 3 de energía eléctrica, el sistema podría funcionar en un modo degradado (potencia máxima reducida) excluyendo el generador defectuoso por medio de contactores de aislamiento.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema (1) de distribución de energía eléctrica para aeronaves que comprende:

- una caja (2) de engranajes de motor y un centro (6) de distribución de energía,
- al menos dos generadores (3) de energía eléctrica síncronos trifásicos adaptados para ser accionados por la caja (2) de engranajes de motor y suministrar energía eléctrica al centro (6) de distribución, estando los generadores (3) conectados eléctricamente en paralelo entre sí,
- al menos dos transformadores (4) de corriente de neutro conectados respectivamente a cada uno de los generadores (3) de energía eléctrica,
- una única unidad (7) de control de generador acoplada eléctricamente con cada uno de los generadores (3) de energía eléctrica para alimentar individualmente cada generador (3) con una corriente de campo de excitación;

estando el sistema (1) **caracterizado porque** comprende además:

- un único conjunto de cables (5) de alimentación entre los generadores (3) de energía eléctrica y el centro (6) de distribución de energía, y en el que los dos generadores (3) de energía eléctrica están conectados con el conjunto de cables (5) de alimentación para suministrar simultáneamente energía eléctrica al centro (6) de distribución de energía a través del mismo conjunto de cables (5) de alimentación;

en el que la unidad (7) de control de generador está eléctricamente acoplada con el transformador (4) de corriente de neutro de cada generador (3), y está adaptada para detectar un valor de corriente de neutro instantáneo de cada generador (3);

estando dicha única unidad (7) de control de generador conectada con el centro (6) de distribución de energía por una única conexión (17) dedicada;

y en el que la unidad (7) de control de generador está adaptada para realizar un bucle de regulación de tensión de generador basado en un valor de tensión deseado y los dos valores de corriente de neutro instantáneos detectados de los dos generadores (3), modificando individualmente la corriente de campo de excitación de cada generador (3), para garantizar que ambos generadores (3) estén equilibrados generando sustancialmente la misma tensión.

2. Sistema (1) de distribución de energía eléctrica para aeronaves de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la unidad (7) de control de generador está adaptada para proporcionar un bucle de regulación de tensión sincronizada

- determinando un estado de desequilibrio entre los generadores (3) obteniendo el valor de media cuadrática de la diferencia de corriente de neutro instantánea entre los al menos dos generadores (3),

y en el que en caso de que se determine un estado desequilibrado, la unidad (7) de control de generador está adaptada además para

- calcular el factor de potencia relativa a partir de la diferencia de corriente de neutro instantánea y el valor de tensión deseado para identificar el generador (3) desequilibrado, y
- modificar la corriente de campo de excitación del generador (3) desequilibrado hasta que se alcance un estado equilibrado.

3. Sistema (1) de distribución de energía eléctrica para aeronaves de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la unidad (7) de control de generador está configurada para determinar un estado de desequilibrio entre los generadores (3) cuando el valor de media cuadrática de la diferencia de corriente de neutro instantánea entre los al menos dos generadores (3) es diferente de cero.

4. Sistema (1) de distribución de energía eléctrica para aeronaves de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2-3, en el que la unidad (7) de control de generador está configurada para aumentar la corriente de excitación del generador (3) desequilibrado cuando el factor de potencia relativa de neutro es un valor negativo, y para disminuir la corriente de excitación del generador (3) desequilibrado cuando el factor de potencia relativa de neutro es un valor positivo.

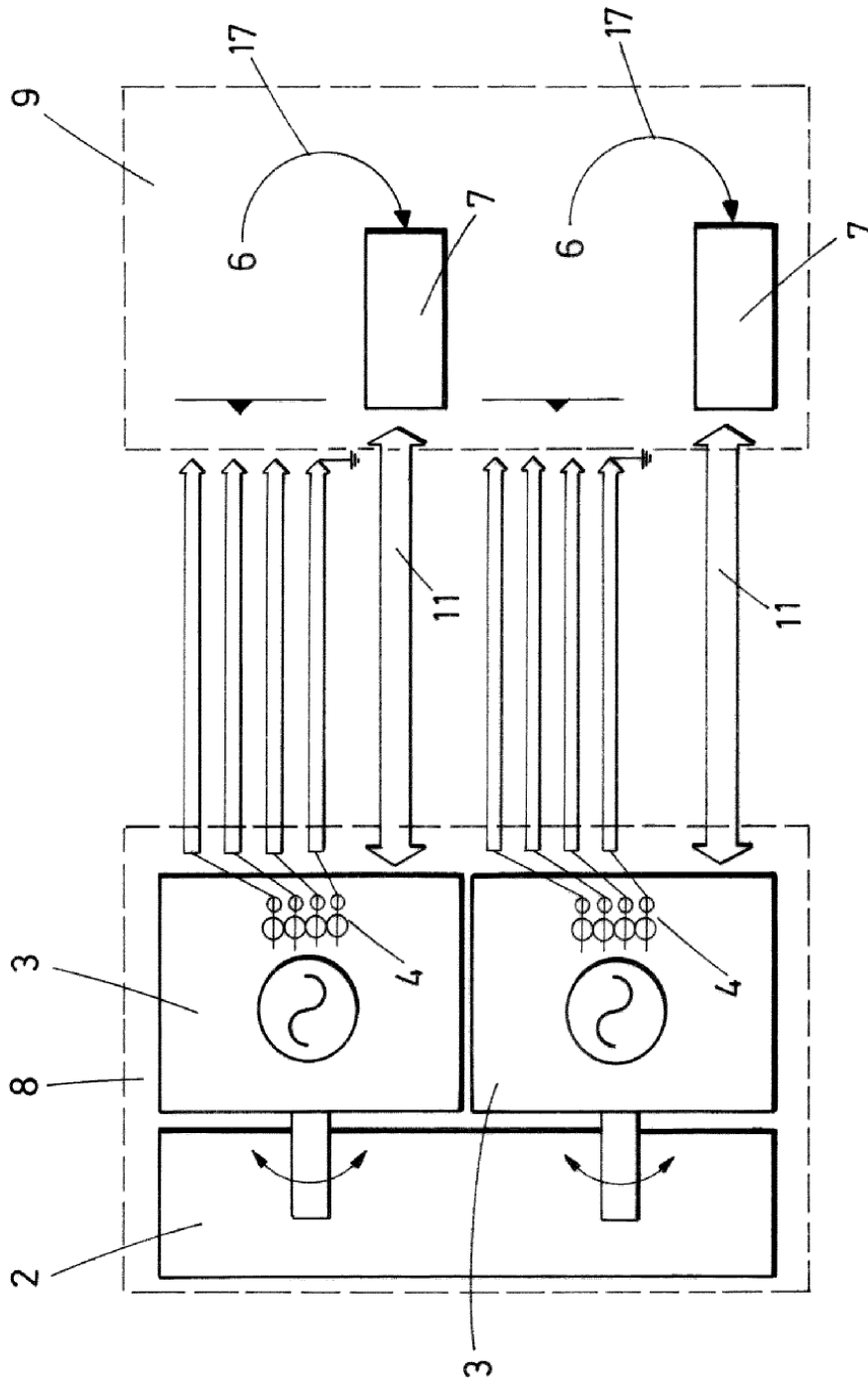
5. Sistema (1) de distribución de energía eléctrica para aeronaves de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la caja (2) de engranajes de motor está adaptada para accionar los al menos dos generadores (3) a la misma velocidad para proporcionar un sistema (1) de frecuencia sincronizada.

6. Sistema (1) de distribución de energía eléctrica para aeronaves de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el generador (3) comprende al menos un eje (12) de transmisión de rotor configurado para ser accionado por la caja (2) de engranajes de motor, y cada generador (3) comprende una carcasa (13) adaptada para recibir el eje (12) de transmisión de rotor, y en el que tanto la carcasa (13) de generador como el eje (12) de transmisión de rotor de generador tienen una marca (14) de color para garantizar que los generadores (3) estén montados en fase entre sí.

7. Sistema (1) de distribución de energía eléctrica para aeronaves de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los generadores (3) comprenden unos generadores de imanes permanentes, y la unidad (7) de

control de generador está eléctricamente acoplada con cada uno de los generadores (3) y está configurada además para desconectar el sistema (1) y desencadenar una señal de fallo de sincronización si las fases y las frecuencias relativas de los generadores (3) superan los umbrales de tolerancia.

- 5 8. Sistema (1) de distribución de energía eléctrica para aeronaves de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los generadores (3) tienen unos cables de salida de energía, y en el que los cables de salida de energía de todos los generadores (3) están conectados entre sí en la entrada del único conjunto de cables (5) de alimentación.
- 10 9. Sistema (1) de distribución de energía eléctrica para aeronaves de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-7, que comprende además un bloque (10) de terminales adaptado para recibir los cables de salida de energía de cada generador (3) y dar salida al conjunto de cables (5) de alimentación a través de los cuales los generadores (3) suministran energía eléctrica al centro (6) de distribución de energía.
10. Sistema (1) de distribución de energía eléctrica para aeronaves de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los generadores (3) tienen una estructura de cuatro cables trifásica.
- 15 11. Sistema (1) de distribución de energía eléctrica para aeronaves de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el centro (6) de distribución de energía está localizado en una sección (9) de morro de la aeronave, y en el que la caja (2) de engranajes de motor y los generadores (3) de energía eléctrica síncronos trifásicos están alojados en el cono (8) de cola de la aeronave.
- 20 12. Sistema (1) de distribución de energía eléctrica para aeronaves de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-10, en el que el centro (6) de distribución de energía está localizado en una sección (9) de morro de la aeronave, y en el que la caja (2) de engranajes de motor y los generadores (3) de energía eléctrica síncronos trifásicos están alojados en la sección central de la aeronave.
13. Sistema (1) de distribución de energía eléctrica para aeronaves de acuerdo con las reivindicaciones 9 y 11, en el que el bloque (10) de terminales está alojado en el cono (8) de cola de aeronave, cerca del motor para maximizar el ahorro de peso.
- 25 14. Una aeronave que comprende un sistema (1) de distribución de energía eléctrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.



**FIG.1** (técnica anterior)

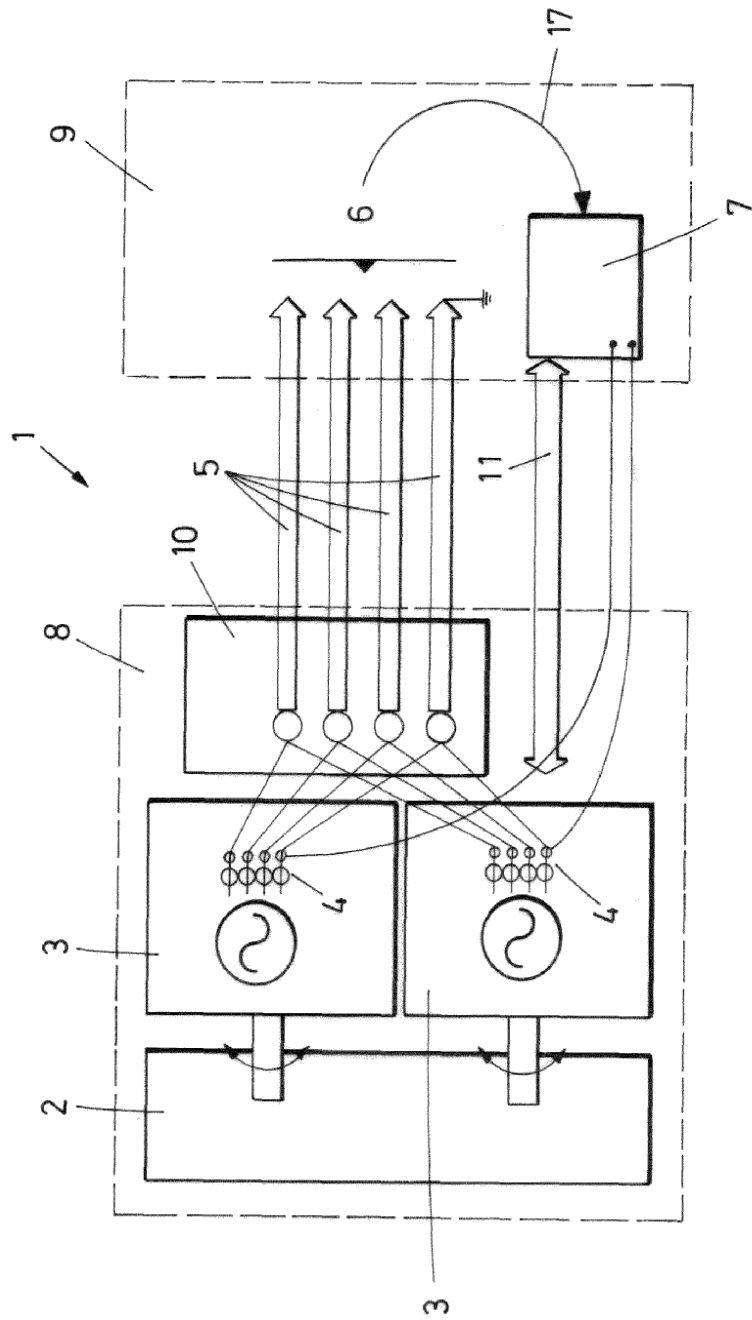


FIG. 2

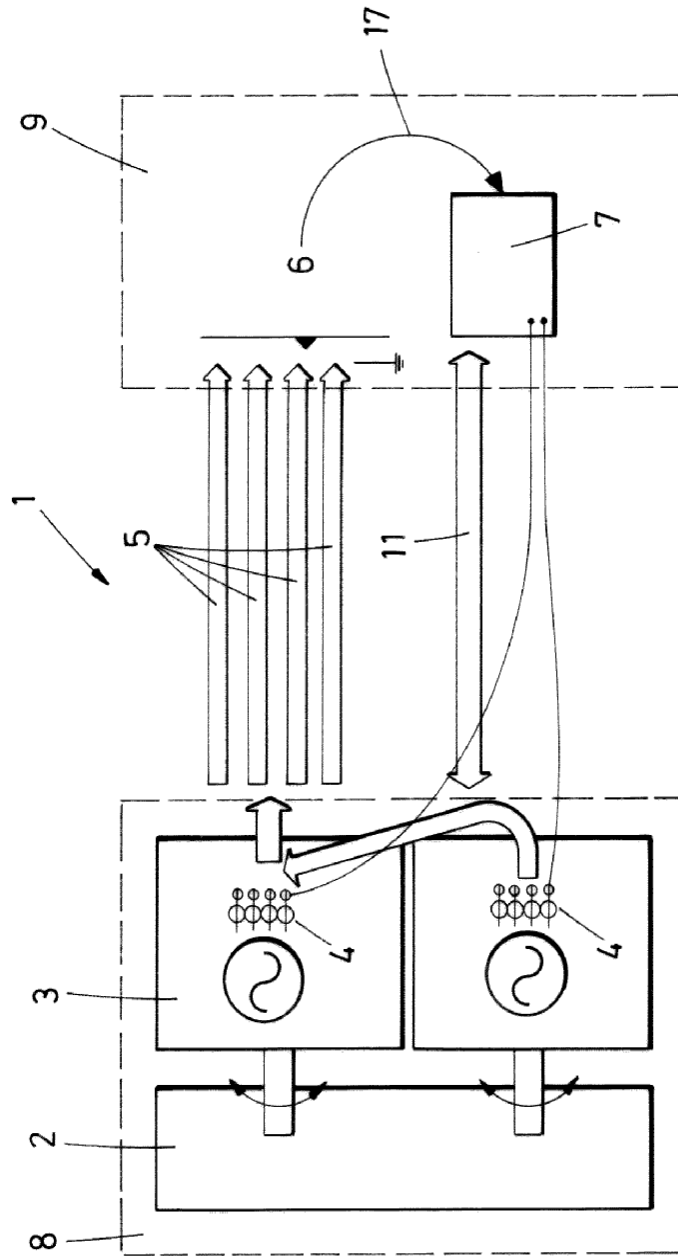


FIG.3

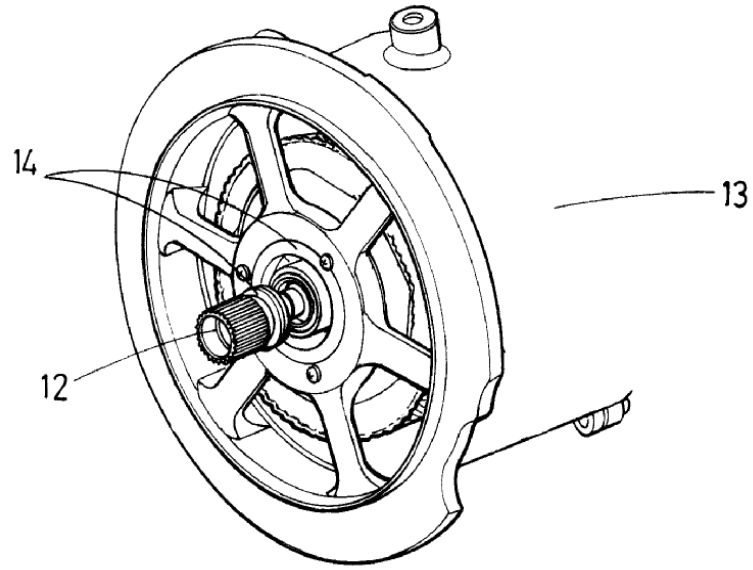


FIG. 4

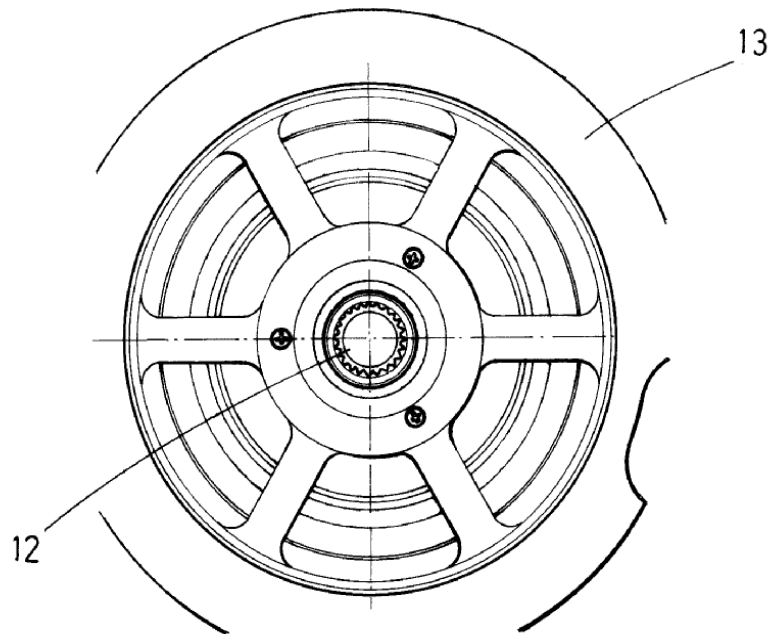


FIG. 5