

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 824 518**

51 Int. Cl.:

B64D 15/12 (2006.01)

B64D 13/02 (2006.01)

B64D 13/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.09.2017** **PCT/FR2017/052575**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.04.2018** **WO18060579**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2017** **E 17783939 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2020** **EP 3519299**

54 Título: **Red eléctrica y método de distribución de energía eléctrica con alimentación compartida a bordo de una aeronave**

30 Prioridad:

27.09.2016 FR 1659138

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.05.2021

73 Titular/es:

LIEBHERR-AEROSPACE TOULOUSE SAS
(100.0%)
408 avenue des Etats-Unis
31200 Toulouse, FR

72 Inventor/es:

MARQUE ÉPOUSE FABRE, ISABELLE;
BRAS, BERNARD;
DOUAT ÉPOUSE PRINCE, KARINE y
GALZIN, GUILLAUME

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 824 518 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

Red eléctrica y método de distribución de energía eléctrica con alimentación compartida a bordo de una aeronave

La invención se refiere a una red eléctrica y un método de distribución de energía eléctrica de una aeronave que permite la alimentación eléctrica de al menos un motor eléctrico de accionamiento de un compresor de un dispositivo de gestión térmica, y de al menos un dispositivo eléctrico de protección de una superficie exterior de la aeronave contra la escarcha. Se extiende a una aeronave que comprende una red eléctrica de acuerdo con la invención y/o en la que se lleva a cabo un método de acuerdo con la invención. En el documento WO2004/037641A2 se pueden encontrar ejemplos y posibles aplicaciones de la técnica anterior.

Los equipos a bordo de las aeronaves modernas se alimentan cada vez más a menudo de energía en forma eléctrica, con el fin de evitar extraer potencia neumática en las etapas de compresión de los principales motores de la aeronave, en detrimento de sus rendimientos y su consumo específico.

En particular, los dispositivos de gestión térmica a bordo de las aeronaves (que comprenden principalmente los sistemas de tratamiento del aire para enfriar o calentar el aire en al menos una zona de la aeronave, tal como una cabina para los pilotos de la aeronave, una cabina para los pasajeros, la bodega de equipajes o similares; y los dispositivos de enfriamiento para los equipos a bordo, tales como los equipos eléctricos y/o electrónicos y/o informáticos) que comprenden compresores que se pueden accionar en rotación mediante un motor eléctrico. Determinadas aeronaves comprenden, por ejemplo, un dispositivo eléctrico de gestión térmica alimentado únicamente por energía eléctrica (para la activación de los motores eléctricos de los compresores de los circuitos cerrados de fluido de este dispositivo eléctrico de gestión térmica), y no en particular por aire presurizado tomado de las etapas de compresión de los motores principales de la aeronave. Este dispositivo eléctrico de gestión térmica comprende, en particular, un sistema de tratamiento de aire (denominado "EECS") con motores eléctricos de accionamiento de los compresores de los circuitos cerrados de fluido caloportador que permiten enfriar o calentar el aire de la cabina, y dispositivos de refrigeración con motores eléctricos de accionamiento de los compresores de los circuitos cerrados de fluido caloportador que permiten gestionar térmicamente diferentes equipos a bordo, tales como equipos eléctricos y/o electrónicos y/o informáticos, refrigerándolos.

Un dispositivo de gestión térmica de una aeronave conocido incluye generalmente varios conjuntos (a menudo denominados "paquetes") de refrigeración en circuito cerrado, denominados circuito cerrado de fluido, de circulación de un fluido caloportador (ciclo de aire monofásico o ciclo, denominado ciclo de vapor, de un fluido caloportador de dos fases), y comprendiendo cada circuito cerrado de fluido al menos un compresor. En las aeronaves modernas, al menos un dispositivo de gestión térmica comprende al menos un motor eléctrico de accionamiento en rotación de un compresor de este tipo de un circuito cerrado de fluido, siendo alimentado cada motor eléctrico con energía eléctrica y controlado en velocidad por un circuito de alimentación eléctrica de potencia variable que alimenta exclusivamente a este motor eléctrico de acuerdo con una potencia de alimentación variable determinada por una lógica de control.

Además, las aeronaves se deben equipar con dispositivos de protección de las superficies exteriores de la aeronave (planos de sustentación, superficies de control, hélices, etc.) contra la escarcha. Dichos dispositivos de protección contra la escarcha pueden ser dispositivos diseñados para impedir la aparición de escarcha en determinadas partes de las superficies exteriores de la aeronave y/o dispositivos para eliminar la escarcha que se pueda acumular en esas superficies exteriores. Una vez más, las aeronaves modernas suelen incluir al menos un dispositivo de protección de este tipo contra la escarcha, denominado dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha, alimentado únicamente por energía eléctrica y no a partir de aire extraído de las etapas de compresión de los motores principales de la aeronave. Un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha de este tipo puede ser de diferentes tipos: de impulsos magnéticos (US 4895322); electrotérmico, es decir, comprendiendo esteras de calentamiento, por ejemplo, por efecto Joule; de impulsos eléctricos (US 6427946, US 6027075) u otros. Por lo general, se alimenta todo o nada según las necesidades de protección contra la escarcha, y para este fin necesita su propio circuito de alimentación eléctrica, es decir, un circuito de alimentación eléctrica dedicado exclusivamente a la alimentación eléctrica de este dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha. En particular, el sistema descrito en el documento US 2014/0367522 comprende interruptores de estado sólido que no permiten una regulación fina de la potencia eléctrica suministrada a las esteras calefactoras, y puede conducir a un consumo excesivo de potencia eléctrica en relación con la necesidad real. Además, un sistema de este tipo, que comprende una tarjeta de control para cada estera de calentamiento, por ejemplo veinticuatro tarjetas de control, tiene un gran número de componentes, provoca una gran masa de electrónica de potencia a bordo, que no se utiliza en la gran mayoría de los vuelos del aparato pero que conduce a un consumo excesivo de combustible, aumenta la complejidad de los sistemas a bordo del aparato, sus masas, sus costes de adquisición y funcionamiento, y disminuye su fiabilidad, aumentando por lo tanto los costes de mantenimiento. Además, los dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha sólo se utilizan durante un breve período de tiempo durante el vuelo de la aeronave en relación con la duración total del vuelo. En particular, los dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha se utilizan generalmente sólo durante el ascenso y descenso de la aeronave en la atmósfera.

En este contexto, la invención tiene por objetivo paliar estas desventajas y mejorar la alimentación eléctrica a los motores eléctricos de accionamiento de los compresores de los dispositivos de gestión térmica y de los dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha a bordo de una aeronave.

5 Por lo tanto, la invención tiene por objetivo, en particular, reducir la masa a bordo y el volumen necesario para la alimentación eléctrica de estos equipos, aumentar su fiabilidad y reducir sus costes.

La invención también tiene por objetivo reducir el consumo de combustible de la aeronave provocado por la red eléctrica y el método de distribución de energía eléctrica a estos equipos.

La invención también tiene como objetivo ofrecer una aeronave que tenga las mismas ventajas.

Para este propósito, la invención se refiere a una red eléctrica de avión que comprende:

- 10 - al menos un dispositivo de generación de una corriente eléctrica, denominada corriente eléctrica de potencia,
- al menos un circuito de alimentación eléctrica de potencia variable:
 - adaptado para ser conectado a un motor eléctrico, denominado motor de compresión, de accionamiento de un compresor de un dispositivo de gestión térmica
 - 15 • dispuesto para poder recibir una corriente eléctrica de potencia y suministrar una corriente eléctrica de alimentación a dicho motor de compresión de acuerdo con una potencia de alimentación variable determinada por una lógica de control,
- al menos un dispositivo eléctrico, denominado dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha, de protección de una superficie exterior de la aeronave contra la escarcha, caracterizado por que:
 - 20 - dicho al menos uno -en particular cada uno- dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha es adecuado para ser alimentado eléctricamente por una corriente eléctrica de alimentación suministrada por al menos uno de dichos circuitos de alimentación eléctrica de potencia variable, denominada alimentación eléctrica compartida, de un motor de compresión,
 - dicha al menos una -en particular cada una- alimentación eléctrica compartida es adecuada para ser conectada a dicho motor de compresión a través de un dispositivo de conmutación al que también se conecta dicho al menos un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha,
 - 25 - una unidad de control de dicho dispositivo de conmutación se programa para, si se cumplen los criterios de altitud de la aeronave, colocar dicho dispositivo de conmutación en un estado, denominado segundo estado, en el que la alimentación eléctrica compartida se conecta eléctricamente a dicho al menos un dispositivo de protección contra la escarcha conectado a este dispositivo de conmutación, pudiendo entonces la alimentación eléctrica compartida suministrar una corriente eléctrica de alimentación a este dispositivo de protección contra la escarcha.
 - 30

35 Por lo tanto, en dicho segundo estado (es decir, si se cumplen los criterios de altitud de la aeronave) y preferiblemente si también se cumplen los criterios representativos de las condiciones de formación de escarcha en dicha superficie exterior de la aeronave, cada dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha conectado al dispositivo de conmutación se alimenta eléctricamente por una corriente eléctrica de alimentación suministrada por la alimentación eléctrica compartida.

Además, en dicho segundo estado, el dispositivo de conmutación y la unidad de control se pueden adecuar para mantener eventualmente una conexión eléctrica entre la alimentación eléctrica compartida y dicho motor de compresión, si una parte de la potencia eléctrica suministrada por la alimentación eléctrica compartida está disponible para ese motor de compresión. No obstante, en determinadas formas de realización preferidas de la invención, el dispositivo de conmutación es adecuado, en dicho segundo estado, para desconectar eléctricamente la alimentación eléctrica compartida de dicho motor de compresión.

45 En efecto, los inventores se sorprendieron al observar que las necesidades de energía eléctrica de los dispositivos eléctricos de gestión térmica de la aeronave, por un lado, y los sistemas eléctricos de protección contra la escarcha de una aeronave, por otro lado, son suficientemente complementarios a las diferentes altitudes de vuelo de la aeronave, cualesquiera que sean las condiciones meteorológicas, para permitir la puesta en común, al menos parcial, de las alimentaciones eléctricas para estas diferentes cargas eléctricas.

En particular, cuando una aeronave opera en vuelo en un entorno con posibles condiciones de formación de escarcha, por ejemplo, durante las fases de ascenso y descenso de la aeronave en la atmósfera, las necesidades de energía eléctrica de los dispositivos de gestión térmica de la aeronave se reducen de hecho en relación con otras fases del vuelo. Los inventores también determinaron que la energía eléctrica producida por el circuito de alimentación de energía eléctrica de potencia variable no consumida por los motores de compresión de los dispositivos de gestión térmica se puede utilizar para alimentar al menos un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha, siempre que el dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha se adapte para este fin, es decir, a la corriente eléctrica suministrada por este circuito de alimentación de energía eléctrica de potencia variable. Los inventores demostraron de este modo que era posible y ventajoso alimentar al menos un motor de compresión y al menos un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha de una aeronave a partir de un mismo circuito de alimentación eléctrica de potencia variable.

Por lo tanto, una red eléctrica de acuerdo con la invención permite limitar o incluso evitar la utilización de un circuito de alimentación eléctrica capaz de la alimentación de al menos un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha. Una red eléctrica de este tipo permite de este modo aligerar la aeronave y reducir los costes de fabricación y de explotación.

Se pueden considerar diferentes variantes de formas de realización para adaptar un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha a una corriente eléctrica de alimentación suministrada mediante un circuito de alimentación eléctrica de potencia variable de un motor de compresión. En particular, en determinadas formas de realización ventajosas y de acuerdo con la invención, cada dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha conectado a una alimentación eléctrica compartida es adecuado para poder ser alimentado por una potencia eléctrica que corresponde a una potencia eléctrica máxima de la corriente eléctrica de alimentación de dicho motor de compresión suministrada por esta alimentación eléctrica compartida. Por lo tanto, si un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha de este tipo puede recibir la potencia eléctrica máxima de la corriente eléctrica de alimentación de dicho motor de compresión, se podrá alimentar fácilmente mediante la correspondiente alimentación eléctrica compartida.

La invención se aplica a cualquier tipo de alimentación eléctrica compartida, y en particular tanto en el caso de una alimentación eléctrica compartida monofásica como de una alimentación eléctrica compartida trifásica. Por lo tanto, en determinadas formas de realización de acuerdo con la invención, siendo al menos una alimentación eléctrica compartida una alimentación eléctrica trifásica que suministra una corriente eléctrica trifásica de alimentación de dicho motor de compresión, dicho dispositivo de conmutación es adecuado para, a la orden de dicha unidad de control en dicho segundo estado (es decir, si se satisfacen dichos criterios de altitud de la aeronave), conectar eléctricamente una fase de la corriente eléctrica trifásica suministrada por la alimentación eléctrica compartida a un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha. En particular, esto permite alimentar tres dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha a partir de una única alimentación eléctrica compartida. En estas formas de realización, para realizar la adaptación de cada dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha conectado a esta alimentación eléctrica compartida, se puede prever en particular que cada dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha conectado a esta alimentación eléctrica compartida sea adecuado para poder ser alimentado por una potencia eléctrica igual a la potencia eléctrica máxima de dicha fase de la corriente eléctrica trifásica, es decir, a un tercio de dicha potencia eléctrica máxima de la corriente eléctrica trifásica de alimentación de dicho motor de compresión suministrada por la alimentación eléctrica compartida.

Además, en determinadas formas de realización ventajosas de la invención, dicha unidad de control se programa para colocar dicho dispositivo de conmutación:

- en un primer estado en el que la alimentación eléctrica compartida se conecta eléctricamente a dicho motor de compresión de modo que le pueda proporcionar una corriente eléctrica de alimentación si se cumplen los primeros criterios de altitud,

- en dicho segundo estado (en el que la alimentación eléctrica compartida se conecta eléctricamente al menos a un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha conectado a este dispositivo de conmutación) si se cumplen los segundos criterios de altitud, diferentes de dichos primeros criterios de altitud.

En dicho primer estado, la unidad de control y el dispositivo de conmutación se pueden adecuar para mantener eventualmente una conexión eléctrica entre la alimentación eléctrica compartida y al menos un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha. No obstante, en determinadas formas de realización ventajosas de la invención el dispositivo de conmutación es adecuado para, en dicho primer estado, desconectar eléctricamente la alimentación eléctrica compartida de cualquier dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha conectado a este dispositivo de conmutación. Por lo tanto, en el primer estado, la alimentación eléctrica compartida suministra la potencia eléctrica únicamente al motor de compresión.

Además, la invención se aplica a cualquier tipo de dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha y, en particular, tanto a los dispositivos diseñados para impedir la aparición de escarcha en una parte de la superficie exterior de la

aeronave como a los dispositivos diseñados para eliminar la escarcha que se pueda acumular en una parte de la superficie exterior de este tipo. En particular, al menos un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha conectado a una alimentación eléctrica compartida mediante un dispositivo de conmutación de una red eléctrica de acuerdo con la invención se puede seleccionar del grupo constituido por dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha de impulsos magnéticos, dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha electrotérmicos, dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha de impulsos eléctricos y combinaciones de los mismos.

Más concretamente, en determinadas formas de realización de acuerdo con la invención, al menos un -en particular cada uno- dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha conectado a una alimentación eléctrica compartida mediante un dispositivo de conmutación de una red eléctrica de acuerdo con la invención es un dispositivo de calentamiento de superficie por efecto Joule de dicha superficie exterior, es decir, un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha electrotérmico. Preferiblemente, al menos un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha -en particular cada uno- está formado por una estera resistiva dimensionada para ser alimentada por una corriente eléctrica de alimentación -en particular por una fase- suministrada por la alimentación eléctrica compartida.

Nada impide considerar que en determinadas formas de realización al menos un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha conectado a una alimentación eléctrica compartida mediante un dispositivo de conmutación se pueda alimentar con energía eléctrica no sólo por esa alimentación eléctrica compartida, sino eventualmente por otro circuito de alimentación eléctrica de la aeronave. De esta manera, un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha se puede alimentar eléctricamente ya sea desde una alimentación eléctrica compartida cuando se disponga de potencia eléctrica a partir de ésta última, o desde otro circuito de alimentación eléctrica cuando la potencia eléctrica de alimentación eléctrica compartida no esté disponible.

No obstante, los inventores han constatado con sorpresa que en realidad es posible prescindir de cualquier circuito de alimentación eléctrica propio para cada dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha de la aeronave. En consecuencia, ventajosamente en una red eléctrica de acuerdo con la invención, el único circuito de alimentación eléctrica de cada dispositivo eléctrico para la protección contra la escarcha es una alimentación eléctrica compartida. Por lo tanto, cada dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha se conecta únicamente a una alimentación eléctrica compartida mediante un dispositivo de conmutación, con exclusión de cualquier otro circuito de alimentación de energía, de modo que se alimente de energía eléctrica exclusivamente mediante una alimentación eléctrica compartida de este tipo. Por lo tanto, no hay que prever ningún otro sistema de alimentación eléctrica para suministrar energía eléctrica a los diversos sistemas eléctricos de protección contra la escarcha de la aeronave.

En determinadas variantes posibles de una red eléctrica de acuerdo con la invención, nada impide prever, si es necesario, que un circuito de adaptación se interponga entre una alimentación eléctrica compartida y al menos un dispositivo de protección contra la escarcha conectado a esta alimentación eléctrica compartida, de modo que se permita la alimentación eléctrica de este dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha mediante esta alimentación eléctrica compartida.

En determinadas formas de realización de una red eléctrica de acuerdo con la invención, al menos una misma alimentación eléctrica compartida se puede conectar a través de dicho dispositivo de conmutación a varios dispositivos de protección eléctrica contra la escarcha distintos, en serie o en paralelo, para la alimentación eléctrica simultánea o alternativa de estos diferentes dispositivos de protección eléctrica contra la escarcha. Por ejemplo, en el caso de una alimentación eléctrica trifásica compartida, se pueden utilizar diferentes fases de la corriente eléctrica trifásica suministrada por esa alimentación eléctrica compartida para alimentar diferentes dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha, respectivamente.

Ahora bien, en determinadas formas de realización de una red eléctrica de acuerdo con la invención, cada alimentación eléctrica compartida se conecta a través de dicho dispositivo de conmutación a un único dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha.

En una red eléctrica de acuerdo con la invención, cada dispositivo de conmutación permite, en particular, alimentar eléctricamente de forma selectiva a partir de una misma alimentación eléctrica compartida un motor de compresión de un dispositivo de gestión térmica y al menos un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha, y esto en función de al menos criterios predeterminados de la altitud de la aeronave.

En una red eléctrica de acuerdo con la invención, cada dispositivo de conmutación se puede colocar de forma alternativa al menos en dicho primer estado y al menos en dicho segundo estado. Nada impide considerar otros estados del dispositivo de conmutación, por ejemplo, otro estado en el que la alimentación eléctrica compartida ya no se conecta a ningún motor de compresión ni a ningún dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha y/o otro estado en el que la alimentación eléctrica compartida se conecta a otro dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha o a un número diferente de dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha y/o otro estado en el que la alimentación eléctrica compartida se conecta al menos a otro equipo de la aeronave para la alimentación de este otro equipo.

Ahora bien, en determinadas formas de realización ventajosas de una red eléctrica de acuerdo con la invención, al menos un - en particular cada uno - dispositivo de conmutación es adecuado para poder colocarse únicamente en dicho primer estado y en dicho segundo estado, de forma alternativa.

5 La unidad de control del dispositivo de conmutación permite, por tanto, seleccionar cada dispositivo para ser alimentado por la alimentación eléctrica compartida. La unidad de control del dispositivo de conmutación permite, por lo tanto, seleccionar la alimentación eléctrica de dicho motor de compresión o bien la alimentación eléctrica de al menos un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha.

Además, como se indicó anteriormente, cada circuito de alimentación eléctrica de potencia variable suministra una corriente eléctrica de alimentación a dicho motor de compresión de acuerdo con una potencia de alimentación
10 determinada por una lógica de control. Ventajosamente y de acuerdo con la invención, al menos una lógica de control de este tipo asociada con una alimentación eléctrica compartida también es adecuada para determinar y ajustar un valor de la potencia de la corriente eléctrica de alimentación suministrada a cada dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha. Esta lógica de control de este tipo también puede ser adecuada para controlar al menos un dispositivo de conmutación de una alimentación eléctrica compartida y, por lo tanto, puede estar formada por dicha
15 unidad de control de un dispositivo de conmutación de este tipo. Como alternativa, la lógica de control puede estar formada por una unidad distinta.

El suministro de corriente eléctrica de alimentación a cada dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha conectado al dispositivo de conmutación puede resultar únicamente del hecho de que el dispositivo de conmutación se coloque en dicho segundo estado, cumpliéndose dichos segundos criterios de altitud de la aeronave. No obstante,
20 en determinadas formas de realización preferidas, este suministro de corriente eléctrica de alimentación a cada dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha presupone por un lado que el dispositivo de conmutación se encuentra en dicho segundo estado y, por otro lado, que también se cumplen los criterios representativos de las condiciones de formación de escarcha. El hecho de que dichos criterios representativos de las condiciones de formación de escarcha se cumplan o no se puede determinar mediante al menos un sensor asociado a dicha superficie
25 exterior de la aeronave.

También, la potencia de la alimentación de la corriente eléctrica de alimentación suministrada a cada dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha se puede determinar mediante la lógica de control en función de datos representativos de un peligro de formación de escarcha y/o de una cantidad de escarcha. Estos datos se pueden
30 proporcionar mediante al menos un sensor situado en dicha superficie exterior de la aeronave. Esos datos se pueden seleccionar en particular a partir de los datos suministrados mediante al menos un sensor mecánico de formación de escarcha, y los datos de temperatura suministrados mediante al menos un sensor de temperatura, en particular un sensor de temperatura de dicha superficie exterior de la aeronave.

En determinadas formas de realización de una red de acuerdo con la invención, al menos un - en particular cada -
35 dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha comprende al menos un sensor de temperatura de dicha superficie exterior de la aeronave, y dicha unidad de control mencionada es adecuada para recibir las señales de medición de la temperatura suministradas mediante cada sensor de temperatura y para suministrar una corriente eléctrica de alimentación del dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha asociado con dicha superficie exterior de modo que realice un control de la temperatura de dicha superficie exterior de la aeronave. Este control de temperatura se puede adecuar en particular para suministrar una potencia de alimentación de referencia a cada
40 dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha. También se puede proporcionar un control de la potencia de alimentación eléctrica de cada dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha a partir de dicha potencia de alimentación de referencia para realizar una alimentación eléctrica del dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha controlada en potencia.

En determinadas formas de realización ventajosas de una red de acuerdo con la invención, cada circuito de
45 alimentación eléctrica de potencia variable de un motor de compresión de un dispositivo de gestión térmica comprende un ondulator adecuado para recibir una corriente continua de potencia y para suministrar una corriente eléctrica de alimentación de acuerdo con una potencia variable determinada por dicha lógica de control. Por lo tanto, ventajosamente, en una red de acuerdo con la invención, al menos un -en particular cada uno- dispositivo de generación de una corriente eléctrica de potencia es adecuado para suministrar esta corriente eléctrica de potencia
50 en forma de una corriente continua, denominada corriente continua de potencia. Además, al menos una -en particular cada una- alimentación eléctrica compartida de una red de acuerdo con la invención comprende un ondulator adecuado para recibir la corriente continua de potencia suministrada mediante un dispositivo de generación de una corriente eléctrica de potencia. Cada ondulator es adecuado para suministrar una corriente eléctrica de alimentación en forma de corriente alterna -en particular una corriente alterna trifásica- que permita alimentar eléctricamente un
55 motor de compresión, y alimentar eléctricamente un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha, en particular producir un calentamiento por efecto Joule. Además, cada ondulator es adecuado para suministrar una corriente eléctrica de alimentación de acuerdo con una potencia variable determinada por dicha lógica de control.

En particular, cada ondulator es adecuado para recibir una corriente eléctrica de potencia y para suministrar una corriente eléctrica de alimentación de acuerdo con una potencia de alimentación variable determinada por dicha lógica de control. Cada dispositivo de conmutación se coloca en la salida de un ondulator y se conecta eléctricamente a un bobinado de dicho motor de compresión y al menos a un dispositivo de protección contra la escarcha.

- 5 En determinadas formas de realización de una red de acuerdo con la invención, al menos un motor de compresión es un motor eléctrico de dos bobinados (en particular tal como se describe en el documento US 8564238) y se conecta a dos circuitos de alimentación eléctrica de potencia variable - en particular dos ondulatores- de los cuales al menos uno es una alimentación eléctrica compartida, estando cada uno de estos dos circuitos de alimentación eléctrica de potencia variable conectado (a través de un dispositivo de conmutación correspondiente) a uno de los dos bobinados del motor de compresión, respectivamente.

- 10 Como alternativa o en combinación, en determinadas formas de realización de una red de acuerdo con la invención, al menos un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha se conecta a varios - en particular dos - dispositivos de conmutación de varias alimentaciones eléctricas compartidas distintas - en particular dos alimentaciones eléctricas compartidas - de modo que pueda recibir de forma selectiva la potencia eléctrica suministrada por cada alimentación eléctrica compartida, de forma alternativa o en combinación. En particular, en determinadas formas de realización una red de acuerdo con la invención es adecuada para alimentar de forma alternativa dos motores de compresión de dos dispositivos de gestión térmica distintos conectados a dos alimentaciones eléctricas compartidas distintas, manteniendo al mismo tiempo la alimentación de un mismo dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha alimentándolo de forma alternativa mediante estas dos alimentaciones eléctricas compartidas.

- 15 Además, en determinadas formas de realización de acuerdo con la invención, la red eléctrica comprende varios circuitos de alimentación eléctrica de potencia variable de motores de compresión de dispositivos de gestión térmica, y en particular varias alimentaciones eléctricas compartidas. Por lo tanto, una red de acuerdo con la invención se puede adecuar para suministrar energía eléctrica a varios motores de compresión de diferentes dispositivos de gestión térmica.

- 20 En determinadas formas de realización de una red de acuerdo con la invención, al menos un circuito de alimentación eléctrica de potencia variable se conecta únicamente a un motor de compresión, es decir, no se puede conectar a un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha, no se conecta a un dispositivo de conmutación de acuerdo con la invención y no constituye una alimentación eléctrica compartida. Por lo tanto, una red de acuerdo con la invención comprende al menos un circuito de alimentación eléctrica de potencia variable no compartida de un motor de compresión -en particular de un motor de compresión de un sistema de tratamiento de aire - exclusivamente conectado a este motor de compresión, que por lo tanto se alimenta eléctricamente independientemente de la altitud de la aeronave y de las condiciones de formación de escarcha.

La invención también se extiende a un método de distribución eléctrica implementado por una red eléctrica de acuerdo con la invención.

- 35 Por lo tanto, se extiende a un método de distribución eléctrica a bordo de una aeronave a partir de al menos un dispositivo de generación de una corriente eléctrica, denominada corriente eléctrica de potencia, método en el cual:

- al menos un circuito de alimentación eléctrica de potencia variable:
 - es adecuado para ser conectado a un motor eléctrico, denominado motor de compresión, para el accionamiento de un compresor de un dispositivo de gestión térmica,
 - recibe una corriente eléctrica de potencia y suministra una corriente eléctrica de alimentación a dicho motor de compresión de acuerdo con una potencia de alimentación variable determinada por una lógica de control,
- se suministra una corriente eléctrica al menos a un dispositivo eléctrico, denominado dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha, de protección de una superficie exterior de la aeronave contra la escarcha,

caracterizado por que:

- 45 - dicho al menos un -en particular cada- dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha es adecuado para ser alimentado eléctricamente por una corriente eléctrica de alimentación suministrada por al menos uno de dichos circuitos de alimentación eléctrica de potencia variable, denominado alimentación eléctrica compartida, de un motor de compresión de un dispositivo de gestión térmica,
- 50 - dicha al menos una alimentación eléctrica compartida se conecta a dicho motor de compresión a través de un dispositivo de conmutación al que también se conecta dicho al menos un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha,

- si se cumplen los criterios de altitud de la aeronave dicho dispositivo de conmutación se coloca en un estado, denominado segundo estado, en el que la alimentación eléctrica compartida se conecta eléctricamente a dicho al menos un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha conectado a este dispositivo de conmutación, pudiendo suministrar entonces la alimentación eléctrica compartida una corriente eléctrica de alimentación a este dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha.

Además, en determinadas formas de realización ventajosas de un método de acuerdo con la invención, dicho dispositivo de conmutación se coloca:

- en un primer estado en el que la alimentación eléctrica compartida se conecta eléctricamente a dicho motor de compresión de modo que le pueda proporcionar una corriente eléctrica de alimentación si se cumplen los primeros criterios de altitud,

- en dicho segundo estado (en el que la alimentación eléctrica compartida se conecta eléctricamente al menos a un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha conectado a este dispositivo de conmutación) si se cumplen los segundos criterios de altitud, diferentes de dichos primeros criterios de altitud.

En dicho primer estado, eventualmente se puede mantener una conexión eléctrica entre la alimentación eléctrica compartida y al menos un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha. No obstante, en determinadas formas de realización ventajosas de la invención, en dicho primer estado, la alimentación eléctrica compartida se desconecta eléctricamente de cualquier dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha conectado a este dispositivo de conmutación. Por lo tanto, en el primer estado, la alimentación eléctrica compartida suministra la potencia eléctrica únicamente al motor de compresión.

Además, en dicho segundo estado, se puede mantener eventualmente una conexión eléctrica entre la alimentación eléctrica compartida y dicho motor de compresión, si una parte de la potencia eléctrica suministrada por la alimentación eléctrica compartida está disponible para este motor de compresión. No obstante, en determinadas formas de realización preferidas de la invención, en dicho segundo estado, la alimentación eléctrica compartida se desconecta eléctricamente de dicho motor de compresión, y por lo tanto sólo es capaz de suministrar potencia eléctrica al menos a un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha.

Los criterios de altitud de los aviones son criterios ventajosamente predeterminados y pueden ser objeto de muchas variaciones. Pueden comprender, por ejemplo, criterios acerca de una altitud de vuelo o un rango de altitud de vuelo.

En determinadas formas de realización preferenciales de una red y un método de acuerdo con la invención, al menos parte de los criterios de altitud se eligen entre los siguientes criterios de altitud:

- dichos primeros criterios de altitud de la aeronave se cumplen para al menos una alimentación eléctrica compartida si la aeronave se encuentra en tierra,

- dichos primeros criterios de altitud de la aeronave se cumplen para al menos una alimentación eléctrica compartida conectada a un motor de compresión de un sistema eléctrico de tratamiento de aire si la altitud de la aeronave es superior a una altitud, denominada altitud elevada, por encima de la cual todos los sistemas de tratamiento de aire se deben activar, siendo máximas las necesidades de presurización de la cabina de los sistemas de tratamiento de aire; esta altitud elevada es, por ejemplo, del orden de 31.000 pies (9.449 m) o 9.000 m,

- dichos primeros criterios de altitud de la aeronave se cumplen para al menos una alimentación eléctrica compartida conectada a un motor de compresión de un dispositivo de refrigeración de los equipos a bordo de la aeronave si la aeronave se encuentra a una altitud comprendida en un rango de altitudes intermedias, es decir, superior a una altitud mínima e inferior a una altitud máxima, para la que son importantes las necesidades de refrigeración de los equipos a bordo; esta altitud mínima es, por ejemplo, del orden de 15.000 pies (4.572 m) o 4.500 m y esta altitud máxima es, por ejemplo, del orden de 31.000 pies (9.449 m) o 9.000 m;

- dichos primeros criterios de altitud de la aeronave se cumplen para al menos una alimentación eléctrica compartida conectada a un motor de compresión de un sistema eléctrico de tratamiento de aire si la altitud de la aeronave es inferior a una altitud, denominada altitud intermedia, por debajo de la cual este sistema de tratamiento de aire se debe activar para garantizar las necesidades de control térmico del aire de la cabina; esta altitud intermedia es, por ejemplo, del orden de 15.000 pies (4.572 m) o 4.500 m,

- dichos segundos criterios de altitud de la aeronave se cumplen para al menos una alimentación eléctrica compartida cuando la aeronave está en vuelo (es decir, la altitud es superior a la del suelo),

- 5 - dichos segundos criterios de altitud de la aeronave se cumplen para al menos una alimentación eléctrica compartida si la aeronave está en vuelo y la altitud es inferior a una altitud máxima seleccionada de tal manera que por encima de esta altitud máxima los riesgos de formación de escarcha son más bajos teniendo en cuenta la composición de la atmósfera; dicha altitud máxima es, por ejemplo, del orden de 31.000 pies (9.449 m) o del orden de 9.000 m;
- 10 - dichos segundos criterios de altitud de la aeronave se cumplen para al menos una alimentación eléctrica compartida conectada a un motor de compresión de un sistema de tratamiento de aire si la aeronave se encuentra a una altitud superior a una altitud mínima seleccionada de manera que por encima de esta altitud mínima las necesidades de control térmico del aire en la cabina de la aeronave sean lo suficientemente bajas como para permitir una desactivación de este sistema de tratamiento de aire, y si la aeronave se encuentra a una altitud inferior a una altitud, denominada altitud elevada, por encima de la cual todos los sistemas de tratamiento de aire se deben activar para asegurar la presurización de la cabina; esta altitud mínima es, por ejemplo, del orden de 15.000 pies (4.572 m) o 4.500 m y esta altitud elevada es, por ejemplo, del orden de 31.000 pies (9.449 m) o 9.000 m,
- 15 - dichos segundos criterios de altitud de la aeronave se satisfacen para al menos una alimentación eléctrica compartida conectada a un motor de compresión de un dispositivo de refrigeración de los equipos a bordo de la aeronave si la aeronave se encuentra a una altitud superior a una altitud, denominada altitud elevada, por encima de la cual las necesidades de refrigeración de los equipos a bordo por un dispositivo de refrigeración de este tipo son menores, pudiendo ser refrigerados estos equipos a bordo mediante aire exterior; esta altitud elevada es, por ejemplo, del orden de 31.000 pies (9.449 m) o 9.000 m.
- 20 Ventajosamente, en determinadas formas de realización de la invención, la corriente eléctrica suministrada por una mayoría de las alimentaciones compartidas se suministra a los dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha conectados a esas alimentaciones compartidas cuando la aeronave vuela a una altitud inferior o igual a 31.000 pies (9.449 m) o 9.000 m, y cuando se cumplen criterios representativos de las condiciones de formación de escarcha.
- 25 Ventajosamente, en determinadas formas de realización de la invención, la corriente eléctrica suministrada por una mayoría -en particular por la totalidad- de las alimentaciones compartidas conectadas a los sistemas de tratamiento de aire de la aeronave se suministra a los motores de compresión de esos sistemas de tratamiento de aire, cuando la aeronave vuela a una altitud superior a los 31.000 pies (9.449 m) o 9.000 m.
- 30 Además, se pueden tener en cuenta otros criterios (estando programada dicha unidad de control para este fin) para determinar el estado en que se debe colocar cada dispositivo de conmutación. En particular, se puede tratar de criterios representativos de las condiciones de formación de escarcha (presencia de escarcha y/o características de una capa de escarcha como por ejemplo su espesor y/o la temperatura exterior de la aeronave y/o el contenido en agua líquida de las nubes y/o la temperatura de una superficie exterior de la aeronave y/o sobre un rango de temperatura de una superficie exterior de la aeronave) y/o criterios sobre una temperatura y/o una presión en una cabina de la aeronave; y/o criterios sobre un rango de temperatura y/o un rango de presión en una cabina de la aeronave; y/o criterios sobre una velocidad de rotación de dicho motor de compresión; y/o criterios sobre el caudal y/o sobre el rango de caudal de dicho motor de compresión; o similares.
- 35 Cada dispositivo de conmutación es un dispositivo de conmutación capaz de ser controlado para poder ser colocado en uno u otro de los diferentes estados. Este control puede ser totalmente automático (es decir, totalmente bajo el efecto de una unidad de control de la aeronave); o totalmente manual (siendo el dispositivo de conmutación del tipo operado manualmente por un operador humano tal como un piloto); o parcialmente automático (siendo accionado el dispositivo de conmutación a través de una unidad de control, pero bajo el control de un operador humano y/o a iniciativa de un operador humano). Por lo tanto, en una red y un método de acuerdo con la invención, nada impide considerar, como alternativa o en combinación, un control manual que se pueda accionar por un piloto de la aeronave para controlar, al menos parcialmente, manualmente el estado de cada dispositivo de conmutación.
- 40 Ahora bien, ventajosamente y de acuerdo con la invención al menos un -en particular cada- dispositivo de conmutación de este tipo (interpuesto entre una alimentación eléctrica compartida y al menos un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha) es un dispositivo de conmutación controlado eléctricamente conectado a una unidad de control adecuada para suministrar señales de control de este dispositivo de conmutación de control eléctrico, siendo adecuadas dichas señales de control para colocar el dispositivo de conmutación en dicho segundo estado si se cumplen dichos criterios de altitud de la aeronave.
- 45 Un método de distribución eléctrica de acuerdo con la invención es también ventajoso caracterizado por todas o parte de las características mencionadas anteriormente con referencia a la red eléctrica de acuerdo con la invención. En particular, en determinadas formas de realización ventajosas de un método de distribución eléctrica de acuerdo con la invención, la corriente eléctrica de alimentación suministrada a cada dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha conectado a un dispositivo de conmutación se ajusta mediante un control de temperatura de dicha superficie exterior de la aeronave.
- 50
- 55

La invención también se extiende a una red eléctrica adecuada para la implementación de un método de distribución eléctrica de acuerdo con la invención.

La invención también se extiende a una aeronave que comprende una red eléctrica de acuerdo con la invención. También se extiende a una aeronave en la que se lleva a cabo un método de distribución eléctrica de acuerdo con la invención.

Una red eléctrica y una aeronave de acuerdo con la invención comprenden un pequeño número de dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha, -en particular un pequeño número de esteras calefactoras de protección contra la escarcha-. Por lo tanto, en determinadas formas de realización de una red eléctrica y de una aeronave de acuerdo con la invención, este número está comprendido entre 1 y 20, inclusive; más particularmente entre 5 y 15; por ejemplo, del orden de 12. No obstante, nada impide tener varias esteras calefactoras de protección contra la escarcha superior a 15.

La invención también se refiere a una red eléctrica de una aeronave, un método de distribución eléctrica a bordo de una aeronave y una aeronave caracterizados en combinación por todas o parte de las características mencionadas anteriormente o a continuación.

Otros objetivos, características y ventajas de la invención aparecerán con la lectura de la siguiente descripción, dada a título no limitativo y que se refiere a la única figura anexa que es un esquema funcional de una forma de realización de una red eléctrica de acuerdo con la invención.

Una red eléctrica de acuerdo con la invención se integra a bordo de una aeronave, y en particular de un avión.

La red tiene una estructura simétrica en relación con el plano de simetría longitudinal de la aeronave, que delimita un lado izquierdo que corresponde al ala izquierda del plano de sustentación principal del avión y un lado derecho que corresponde al ala derecha del plano de sustentación principal del avión.

La red eléctrica comprende al menos un dispositivo, denominado generador de potencia 21, de generación de una corriente eléctrica de potencia. En particular, el generador de potencia 21 comprende al menos un generador de corriente alterna 22. Un generador de energía eléctrica de corriente eléctrica alterna 22 de este tipo puede ser un alternador accionado por un motor principal de la aeronave (por ejemplo, por un turborreactor), o un alternador accionado por una unidad de potencia auxiliar (turbomáquina auxiliar utilizada en tierra cuando los motores principales de la aeronave están apagados).

El generador de potencia 21 también comprende un convertidor alterna/continua 23 conectado eléctricamente a cada generador de corriente eléctrica alterna 22 y adecuado para convertir la energía eléctrica alterna suministrada por este generador de corriente eléctrica alterna 22, en una corriente eléctrica de potencia en forma de corriente continua, denominada corriente eléctrica continua de potencia.

La red eléctrica también comprende varios circuitos de alimentación eléctrica de potencia variable 24, cada uno de ellos dispuesto para poder recibir la corriente eléctrica continua de potencia y suministrar una corriente eléctrica, denominada corriente eléctrica de alimentación.

Cada circuito de alimentación eléctrica de potencia variable está constituido por un ondulator 24 capaz de suministrar una corriente de alimentación de potencia variable. En particular, esta corriente de potencia variable es una corriente trifásica. Cada ondulator se conecta al convertidor alterna/continua 23 mediante una conexión eléctrica 30 de modo que reciba una corriente eléctrica continua de potencia variable.

En particular, cada ondulator suministra una corriente eléctrica cuya potencia se ajusta mediante la modulación de la anchura del pulso (PWM en inglés). Por lo tanto, la potencia eléctrica suministrada por el ondulator depende de una relación cíclica de corte de la corriente eléctrica continua de potencia recibida por el ondulator y, por lo tanto, se puede ajustar de forma fácil y continua entre un valor cero y una potencia máxima.

En el ejemplo mostrado, la aeronave tiene, a cada lado, dos dispositivos de gestión térmica, que son sistemas eléctricos de tratamiento de aire EECS 25, 26. También comprende, a cada lado, un dispositivo de gestión térmica, denominado dispositivo de refrigeración VCS 27, que es un dispositivo de refrigeración para los equipos a bordo, comprendiendo este dispositivo de refrigeración al menos un circuito cerrado térmico con fluido caloportador de dos fases, en particular un ciclo de vapor. Cada sistema eléctrico de tratamiento de aire EECS 25, 26 permite volver a enfriar o calentar el aire de una zona de la aeronave, tal como por ejemplo la cabina de la aeronave. Los sistemas eléctricos de tratamiento de aire EECS 25, 26 también permiten presurizar cada cabina. Cada sistema eléctrico de tratamiento de aire EECS 25, 26 comprende un circuito cerrado térmico de circulación de aire. Además, los dispositivos de refrigeración VCS 27 permiten, por ejemplo, gestionar térmicamente diferentes equipos a bordo, tales como equipos eléctricos y/o electrónicos y/o informáticos de la aeronave, refrigerándolos.

Cada dispositivo de gestión térmica 25, 26, 27 comprende al menos un motor eléctrico, denominado motor de compresión 45, 46, 47, de accionamiento de al menos un compresor, no mostrado, de un circuito cerrado térmico de este dispositivo de gestión térmica 25, 26, 27. El compresor permite hacer circular el fluido caloportador presente en el circuito cerrado térmico del dispositivo de gestión térmica 25, 26, 27. En el caso de un circuito cerrado de fluido gaseoso o bifásico, el compresor también permite volver a calentar el fluido caloportador.

Cada ondulator 24 se conecta a un motor de compresión 45, 46, 47 de un dispositivo de gestión térmica 25, 26, 27. Más concretamente, en cada lado de la aeronave, dos onduladores de alimentación eléctrica 24a, 24b se conectan mediante una conexión eléctrica trifásica 32a a un motor de compresión 45 de un primer sistema eléctrico de tratamiento de aire EECS 25, dos onduladores de alimentación eléctrica 24c, 24d se conectan mediante una conexión eléctrica trifásica 32b a un motor de compresión 46 de un segundo sistema eléctrico de tratamiento de aire EECS 26, y un ondulator de alimentación eléctrica 24e se conecta mediante una conexión eléctrica trifásica 30 a un motor de compresión 47 de un dispositivo de refrigeración VCS 27.

Cada motor de compresión 45, 46 de los sistemas eléctricos de tratamiento de aire EECS 25, 26 es ventajosamente un motor con dos bobinados independientes (en lo que respecta a su alimentación eléctrica) que se pueden alimentar eléctricamente de forma selectiva según se describe por ejemplo por el documento US 8564238. Cada ondulator de alimentación eléctrica 24 permite de este modo alimentar de energía eléctrica uno de los dos bobinados de un motor de compresión. Por lo tanto, un motor de compresión de este tipo se puede alimentar bien a máxima potencia mediante los dos onduladores conectados a sus dos bobinados, o bien a media potencia mediante un solo ondulator.

No obstante, nada impide que un motor de compresión sea alimentado por un solo ondulator como alternativa. Por lo tanto, en el ejemplo mostrado, el motor de compresión 47 de cada dispositivo de refrigeración VCS 27 se conecta eléctricamente únicamente al ondulator de un circuito de alimentación eléctrica 24e que permite alimentar ese motor de compresión, que solo incluye un único bobinado.

La red eléctrica de la aeronave también comprende varios dispositivos eléctricos 28, 29, denominados dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha, de protección de las superficies exteriores de la aeronave de la escarcha. Estos dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha 28, 29 son adecuados para impedir la aparición de escarcha y/o para eliminar la escarcha que se acumula en estas superficies exteriores. Los dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha 28, 29 se sitúan, por ejemplo, de modo que protejan contra la escarcha las aletas hipersustentadoras móviles de los bordes de ataque de un ala del avión, por ejemplo, tres aletas hipersustentadoras móviles a cada lado del avión. Más concretamente, cada dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha 28, 29 es una estera de calentamiento por efecto Joule.

Cada dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha 28, 29 se conecta al menos a uno 24b, 24d, 24e de los onduladores de alimentación eléctrica de potencia variable 24 a través de un dispositivo de conmutación 37b, 37d, 37e al que también se conecta el correspondiente motor de compresión 45, 46, 47. Cada ondulator 24b, 24d, 24e se conecta a tres dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha 28 o 29 respectivamente mediante tres conductores eléctricos 31. Cada uno de estos tres conductores eléctricos 31 permite transmitir una fase de la corriente eléctrica trifásica suministrada por el ondulator 24b, 24d, 24e, es decir, una corriente eléctrica monofásica, estando las tres corrientes eléctricas monofásicas transmitidas en estos tres conductores eléctricos 31 desfasadas entre sí. En particular, esto permite alimentar tres dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha a partir de una única alimentación eléctrica compartida. Además, los tres dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha 28 o 29 conectados a un mismo ondulator 24b, 24d, 24e para poder ser alimentados eléctricamente respectivamente mediante cada una de las fases de este ondulator se conectan entre sí para permitir esta alimentación eléctrica, en particular según un montaje en estrella con neutro flotante. Para este propósito, tres dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha 28 se conectan entre sí mediante una conexión eléctrica 35, y otros tres dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha 29 se conectan entre sí mediante otra conexión eléctrica 36. La corriente eléctrica que alimenta de este modo a un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha 28, 29 permite calentar este dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha 28, 29 por efecto Joule.

Cada dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha 28, 29 se diseña y adecua para poder recibir la potencia de alimentación que se puede suministrar a una de estas fases por cada ondulator 24b, 24d, 24e al que se conecta simultáneamente, y para funcionar correctamente, es decir, para producir un calentamiento adecuado al efecto deseado sobre la escarcha.

Por ejemplo, un ondulator de alimentación eléctrica 24 de un motor de compresión de un sistema eléctrico de tratamiento de aire puede suministrar normalmente una potencia eléctrica máxima de alimentación a partir de una corriente trifásica del orden de 50 kW, o 16,6 kW por fase. En consecuencia, para poder alimentar una estera calefactora que constituya un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha independiente por una de las fases de un ondulator 24 de ese tipo, basta con dimensionar esta estera calefactora para que pueda recibir una potencia eléctrica máxima de 17 kW.

Cabe señalar además que en una estera calefactora de este tipo que funciona entonces con una potencia eléctrica relativamente alta, el número de dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha 28, 29 de una red eléctrica de acuerdo con la invención es en la práctica inferior al requerido en el estado de la técnica. Por lo tanto, en el ejemplo mostrado, la red eléctrica de acuerdo con la invención comprende doce zonas calefactoras.

- 5 Los onduladores 24b, 24d, 24e conectados a un motor de compresión 45, 46, 47 y al menos a un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha 28, 29 a través de un dispositivo de conmutación 37b, 37d, 37e constituyen alimentaciones eléctricas compartidas. Por lo tanto, cada alimentación eléctrica compartida permite alimentar, en un primer estado del dispositivo de conmutación, al menos parcialmente un motor de accionamiento de al menos un compresor de un dispositivo de gestión térmica 25, 26, 27 y, en un segundo estado del dispositivo de conmutación, al menos un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha 28, 29.

Por el contrario, los onduladores 24a y 24c no son alimentaciones eléctricas compartidas y cada uno se conecta eléctricamente de forma permanentemente a únicamente un motor de compresión de un sistema eléctrico de tratamiento de aire EECS 45, 46. Por lo tanto, cada uno de estos onduladores 24a y 24c se dedica exclusivamente a la alimentación eléctrica de un motor de compresión de un sistema eléctrico de tratamiento de aire EECS 45, 46.

- 15 El motor de compresión 45, 46 de cada sistema eléctrico de tratamiento de aire EECS 25, 26 es un motor de dos bobinados alimentado por dos onduladores 24a, 24b, respectivamente 24c, 24d de los cuales uno 24b, respectivamente 24d es una alimentación eléctrica compartida mientras que el otro 24a, 24c no es una alimentación compartida y únicamente se dedica a la alimentación de uno de los bobinados del motor. Por lo tanto, en cada lado de la aeronave, es decir, en cada ala de los planos de sustentación principales de la aeronave:

- 20 - tres dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha 28 se pueden alimentar mediante un ondulator de alimentación compartida 24b que también puede alimentar un bobinado de motor de compresión 45 de un primer sistema eléctrico de tratamiento de aire EECS 25,

- tres dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha 29 se pueden alimentar:

- 25 • mediante un primer ondulator de alimentación compartida 24d que también puede alimentar un bobinado del motor de compresión 46 de un segundo sistema eléctrico de tratamiento de aire EECS 26,
- mediante un segundo ondulator de alimentación compartida 24e que también puede alimentar un motor de compresión 47 de un dispositivo de refrigeración VCS 27.

- 30 El primer ondulator 24d y el correspondiente dispositivo de conmutación 37d se conectan en paralelo con el segundo ondulator 24e y el correspondiente dispositivo de conmutación 37e para la alimentación de los dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha 29, estando conectados en un nodo los terminales de los dos dispositivos de conmutación 37d, 37e a un mismo dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha 29.

- 35 Cada dispositivo de conmutación 37b, 37d, 37e es adecuado para poder ser colocado en un primer estado en el que la corriente eléctrica suministrada por el ondulator de alimentación compartida 24b, 24d, 24e al que está conectado, se suministra al motor de compresión conectado a este dispositivo de conmutación 37b, 37d, 37e. Además, cada dispositivo de conmutación 37b, 37d, 37e es adecuado para poder ser colocado al menos en un segundo estado en el que la corriente eléctrica suministrada por el ondulator de alimentación compartida 24b, 24d, 24e al que está conectado, se suministra a cada dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha 28, 29 conectado a este dispositivo de conmutación 37b, 37d, 37e.

- 40 Los dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha 29 conectados en paralelo a los onduladores primero y segundo 24d, 24e se pueden alimentar mediante el primer ondulator 24d conectado al sistema eléctrico de tratamiento de aire EECS 26 y/o mediante el segundo ondulator 24e conectado al dispositivo de refrigeración VCS 27. Los dispositivos de conmutación 37d, 37e conectados a estos onduladores 24d, 24e se pueden colocar de forma simultánea o alternativa en el segundo estado de alimentación eléctrica de los dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha 29. Esto permite alimentar estos dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha 29 alimentando de forma simultánea en paralelo o de forma alterna mediante estos onduladores 24d, 24e, en particular en función de las necesidades de climatización.

Los dispositivos de conmutación 37b, 37d, 37e son adecuados para ser controlados eléctricamente. En particular, los dispositivos de conmutación 37b, 37d, 37e se pueden seleccionar en el grupo formado por circuitos electromecánicos y electrónicos (transistores, tiristores).

- 50 Los dispositivos de conmutación 37b, 37d, 37e se controlan eléctricamente mediante una lógica de control. La lógica de control se puede implementar mediante una unidad de control 33 formada por un dispositivo de procesamiento de datos digitales e interfaces de comunicación de entrada/salida. Esta unidad de control 33 comprende, por ejemplo, al

menos una tarjeta electrónica que comprende al menos un microprocesador y/o un microcontrolador. Puede estar formada por al menos un sistema informático (ordenador) a bordo de la aeronave.

La lógica de control determina la potencia de alimentación, denominada potencia de alimentación determinada, de la corriente eléctrica de alimentación suministrada por cada ondulator 24. La unidad de control 33 se conecta mediante una conexión eléctrica 38 a los ondulatorios 24 con el fin de controlarlos para que suministren la potencia de alimentación determinada. La lógica de control es adecuada para determinar la potencia de alimentación que se debe suministrar mediante cada ondulator 24 mediante cálculo, dependiendo de si el dispositivo de conmutación 37b, 37d, 37e del ondulator 24 se encuentra en el primer estado o en el segundo.

En el primer estado del dispositivo de conmutación 37b, 37d, 37e, la lógica de control es adecuada para ajustar la velocidad de los motores de compresión 45, 46, 47 de los dispositivos 25, 26, 27 o bien la potencia de alimentación suministrada a los motores de compresión 45, 46, 47 de los dispositivos de gestión térmica 25, 26, 27 de manera bien conocida por sí misma.

En el segundo estado del dispositivo de conmutación 37b, 37d, 37e, la lógica de control es adecuada para ajustar la potencia de alimentación suministrada a los dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha 28, 29. Para este propósito, la lógica de control es adecuada, por ejemplo, para calcular la potencia de alimentación determinada a partir de datos, denominados datos de temperatura, representativos de una temperatura medida por sensores de temperatura colocados en las proximidades de los dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha 28, 29, por ejemplo en los bordes de ataque de un ala de la aeronave, siendo conectados estos sensores de temperatura a la unidad de control 33.

Por ejemplo, la lógica de control determina la potencia de alimentación de acuerdo con un control que comprende al menos una regulación de temperatura. De acuerdo con esta regulación de temperatura, la lógica de control recibe una temperatura de referencia (determinada para impedir la aparición de escarcha y/o para eliminar la escarcha de las superficies exteriores de la aeronave, tales como las alas del avión), y compara esta temperatura de referencia con la temperatura medida mediante al menos uno de los sensores de temperatura. En función de la diferencia de estas temperaturas, la lógica de control determina la potencia de alimentación eléctrica que se debe suministrar a los dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha 28, 29 para alcanzar al menos la temperatura de referencia. Un control de este tipo se puede lograr en particular mediante un controlador proporcional y/o integral y/o derivativo, en particular un controlador PID. La temperatura de referencia puede ser una temperatura fija o, preferiblemente, una temperatura mínima superior a la temperatura de formación de escarcha.

La lógica de control también puede incorporar una regulación de la potencia de alimentación suministrada por cada ondulator 24 en función de la potencia de alimentación previamente determinada por el control de temperatura. Esta regulación de potencia determina en particular un valor de relación cíclica de corte que se debe aplicar a la corriente eléctrica suministrada por este ondulator. La gestión de las potencias de alimentación suministradas por los ondulatorios en función de una relación cíclica calculada mediante la lógica de control permite una regulación fina y una optimización de la potencia consumida por los dispositivos de gestión térmica 25, 26, 27 y por los dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha 28, 29.

El control del estado de los dispositivos de conmutación 37b, 37d, 37e mediante la lógica de control se puede efectuar en particular de acuerdo con una matriz de conmutación almacenada en la memoria de la unidad de control 33. La matriz de conmutación se define de acuerdo con los requisitos del diseñador de la aeronave y se puede reconfigurar dinámicamente en tiempo real mediante la lógica de control en caso de avería de modo que se reconfigure la red eléctrica. Por ejemplo, en caso de avería del ondulator 24e y en caso de condiciones de formación de escarcha, siendo el funcionamiento de los dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha 29 prioritario sobre el del sistema eléctrico de tratamiento de aire EECS 26, la red eléctrica se reconfigura de tal manera que el dispositivo de conmutación 37d se coloca en su segundo estado en el que el ondulator 24d suministra una corriente eléctrica de alimentación a los dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha 29. Por lo tanto, el motor de compresión 46 del sistema eléctrico de tratamiento de aire de la EECS 26, que todavía se alimenta mediante el ondulator 24c, funciona a la mitad de potencia.

A continuación, en la tabla 1 se proporciona un ejemplo de matriz de conmutación de la lógica de control. En esta tabla, EECS se refiere al hecho de que el ondulator alimenta un sistema eléctrico de tratamiento de aire 25, 26, estando el correspondiente dispositivo de conmutación en el primer estado; VCS se refiere al hecho de que el ondulator alimenta un dispositivo de refrigeración 27, estando el correspondiente dispositivo de conmutación en el primer estado; EWIPS se refiere al hecho de que el ondulator alimenta un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha 28, 29, estando el dispositivo de conmutación correspondiente en el segundo estado; X se refiere al hecho de que el ondulator está inactivo, bien estando el dispositivo de conmutación correspondiente en un tercer estado en el que el ondulator no está conectado a ninguna carga eléctrica, o bien que esté desactivado por la lógica de control.

Tabla 1

		Onduladores del lado izquierdo					Onduladores del lado derecho				
Criterios de formación de escarcha	altitud	24a	24b	24c	24d	24e	24e	24d	24c	24b	24a
ausencia de formación de escarcha	suelo	EECS 45a	EECS 45a	EECS 46a	EECS 46a	VCS 47a	VCS 47b	EECS 46b	EECS 46b	EECS 45b	EECS 45b
formación de escarcha posible o real	suelo	EECS 45a	X	EECS 46a	EECS 46a	VCS 47a	VCS 47b	EECS 46b	EECS 46b	X	EECS 45b
	< 15.000 pies (4.572 m)	EECS 45a	EWIPS 28a	EECS 46a	EECS 46a	EWIPS 29a	EWIPS 29b	EECS 46b	EECS 46b	EWIPS 28b	EECS 45b
	15.000 pies (4.572 m) a 31.000 pies (9.449 m)	EECS 45a	EWIPS 28a	EECS 46a	EWIPS 29a	VCS 47a	VCS 47b	EWIPS 29b	EECS 46b	EWIPS 28b	EECS 45b
	> 31.000 pies (9.449 m)	EECS 45a	EECS 45a	EECS 46a	EECS 46a	EWIPS 29a	EWIPS 29b	EECS 46b	EECS 46b	EECS 45b	EECS 45b

Por lo tanto, en este ejemplo, la unidad de control 33 suministra señales de control a cada dispositivo de conmutación 37b, 37d, 37e para colocarlo en un estado seleccionado al menos entre el primer estado y el segundo estado en función de criterios predeterminados que comprenden, por un lado, criterios de altitud de la aeronave y, por otro lado, eventualmente criterios representativos de las condiciones de formación de escarcha (determinados, por ejemplo, mediante un sensor mecánico de formación de escarcha asociado a la superficie exterior de la aeronave).

En el ejemplo, cuando la aeronave se encuentra en tierra, no es necesario alimentar los dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha 28, 29 incluso en condiciones de formación de escarcha, ya que la protección de las aeronaves en tierra contra la escarcha se realiza en general mediante sistemas aeroportuarios distintos. Sin embargo, durante un vuelo a baja altitud, es decir, a una altitud normalmente inferior a 15.000 pies (4.572 m), o a altitud media, es decir, a una altitud normalmente comprendida entre 15.000 pies (4.572 m) y 31.000 pies (9.449 m), las necesidades de refrigeración de los sistemas de tratamiento de aire son menores y se pueden utilizar cuatro onduladores para la protección contra la escarcha de la aeronave. Durante el vuelo a altitud elevada, normalmente superior a 31.000 pies (9.449 m), ya no se encuentran las condiciones de formación de escarcha, de modo que no es necesario alimentar todos los dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha. No obstante, determinados dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha se pueden alimentar a altitud elevada de modo que se garantice un rendimiento mínimo de protección contra la escarcha. Además, los sistemas eléctricos de tratamiento de aire necesitan funcionar a plena potencia porque el caudal volumétrico del fluido caloportador monofásico, en particular del aire, en el compresor de cada sistema eléctrico de tratamiento de aire EECS 25, 26 es bajo. Además, a altitud elevada, la alimentación de dispositivos de refrigeración VCS 27 no es necesaria. Por supuesto, se puede implementar cualquier otra variante de lógica de control de los dispositivos de conmutación, de acuerdo con las arquitecturas de la aeronave, las aplicaciones y las necesidades.

Una unidad de vigilancia 34 distinta de la unidad de control 33 permite vigilar el funcionamiento de la red eléctrica. La unidad de vigilancia 34 comprende un dispositivo de procesamiento de datos digitales y de interfaces de comunicación de entrada y salida. La unidad de vigilancia 34 comprende al menos una tarjeta electrónica que comprende al menos un microprocesador y/o al menos un microcontrolador. Puede estar formada por al menos un sistema informático (ordenador) de a bordo de la aeronave distinto del que forma la unidad de control 33.

En un método de distribución eléctrica a bordo de una aeronave, que comprende una red eléctrica tal como la descrita, el generador de corriente eléctrica alterna 22 del dispositivo de generación de una corriente eléctrica 21 genera una corriente eléctrica alterna que es convertida en una corriente eléctrica continua de potencia por el convertidor alterna/continua 23. Esta corriente eléctrica continua de potencia se suministra a cada ondulator 24 que suministra una corriente eléctrica de alimentación de potencia variable determinada por la lógica de control.

Cuando la lógica de control no identifica la presencia de condiciones de formación de escarcha, la unidad de control 33 coloca cada dispositivo de conmutación 37b, 37d, 37e asociado a un ondulator de alimentación eléctrica compartida 24b, 24d, 24e en su primer estado en el que la corriente eléctrica suministrada por el ondulator de alimentación compartida 24b, 24d, 24e se suministra al dispositivo de gestión térmica 25, 26, 27 conectado a este dispositivo de conmutación 37b, 37d, 37e. Cuando la lógica de control identifica la presencia de condiciones de formación de escarcha, la unidad de control 33 coloca al menos un dispositivo de conmutación 37b, 37d, 37e asociado a un ondulator de alimentación compartida 24b, 24d, 24e en su segundo estado en el que la corriente eléctrica suministrada por el ondulator de alimentación compartida 24b, 24d, 24e se suministra a los dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha 28, 29 conectados a este dispositivo de conmutación 37b, 37d, 37e. Más concretamente, cuando la lógica de control identifica la presencia de condiciones de formación de escarcha, controla los dispositivos de conmutación 37b, 37d, 37e de acuerdo con la matriz de conmutación almacenada en la memoria de la unidad de control 33.

Por lo tanto, en determinadas fases del vuelo, la corriente de alimentación suministrada por determinados onduladores de alimentación compartida 24b, 24d, 24e puede servir para alimentar dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha eléctrica 28, 29 de acuerdo con una potencia de alimentación eléctrica variable. De hecho, en condiciones de formación de escarcha, las capacidades de refrigeración de los dispositivos de gestión térmica de la aeronave 25, 26, 27 se pueden reducir manteniendo un nivel de confort equivalente al que se obtiene cuando no hay condiciones de formación de escarcha. Ahora bien, en presencia de condiciones de formación de escarcha, al menos una parte de los sistemas de tratamiento de aire 25, 26 se mantienen activos para asegurar, en particular, la presurización de la cabina y una temperatura adecuada en ésta última.

Por ejemplo, se pueden dar condiciones de formación de escarcha cuando la aeronave vuela a una altitud comprendida entre el suelo y 9.000 metros, tal como se especifica en la normativa CS-25. Por encima de una altitud de 9.000 metros, la normativa CS-25 no da un requisito de rendimiento para la protección contra la escarcha. Cuando el avión se encuentra en tierra con una temperatura caliente, por ejemplo, superior a 15 °C, todos los onduladores de alimentación eléctrica 24 deben alimentar los dispositivos de gestión térmica 25, 26, 27 para la climatización de la cabina y la refrigeración de los equipos del avión.

La invención puede ser objeto de numerosas variantes de formas de realización en relación con la forma de realización descrita anteriormente y mostrada en la figura. En particular, los dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha 28, 29 se pueden conectar eléctricamente de acuerdo con una arquitectura diferente. Los dispositivos de conmutación se pueden controlar independientemente de la detección de condiciones de formación de escarcha o, por el contrario, únicamente en función no solamente de criterios de altitud sino también de criterios representativos de las condiciones de formación de escarcha. Además, los dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha 28, 29 también se pueden colocar en cualquier superficie exterior de la aeronave, en particular seleccionada entre superficies de control, partes de las alas del plano de sustentación principal de un avión, partes de las alas de un plano de sustentación secundario de un avión, los alerones, las palas de las hélices, las palas de un helicóptero, la entrada de aire ram, la carcasa del motor, del parabrisas de la aeronave... Por ejemplo, los bordes de ataque u otras partes de las alas de la aeronave se pueden proteger mediante dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha 28, 29. El número, la naturaleza y las características de los dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha 28, 29, el número, la naturaleza y las características de los circuitos de alimentación eléctrica de potencia variable, en particular de las alimentaciones eléctricas compartidas, el número, la naturaleza y las características de los dispositivos de gestión térmica, pueden ser objeto de variantes. Las alimentaciones eléctricas compartidas se pueden adecuar para alimentar los dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha con corriente continua. Se pueden utilizar varios onduladores diferentes para alimentar de forma simultánea o alternativa un mismo dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha y/o un mismo motor de compresión... En determinadas variantes de formas de realización, los circuitos de alimentación eléctrica de potencia variable 24 son alimentados directamente por el generador 22 con corriente alterna en ausencia de un convertidor alterna/continua 23. En variantes de formas de realización de este tipo, cada circuito de alimentación eléctrica de potencia variable 24a, 24b, 24c, 24d y 24e comprende un convertidor alterna/continua 23 aguas arriba del ondulator de ese circuito de alimentación eléctrica de potencia variable 24a, 24b, 24c, 24d y 24e.

Una red eléctrica de acuerdo con la invención se puede integrar a bordo de cualquier tipo de aeronave (avión, helicóptero, aerostato, dron...).

REIVINDICACIONES

1. Red eléctrica de aeronave que comprende:

- al menos un dispositivo (21) de generación de una corriente eléctrica, denominada corriente eléctrica de potencia,
- al menos un circuito de alimentación eléctrica de potencia variable (24):

- 5
 - adecuado para ser conectado a un motor eléctrico, denominado motor de compresión, de accionamiento de un compresor de un dispositivo de gestión térmica (25, 26, 27),
 - dispuesto para poder recibir una corriente eléctrica de potencia y suministrar una corriente eléctrica de alimentación a dicho motor de compresión de acuerdo con una potencia de alimentación variable determinada mediante una lógica de control (33),

- 10 - al menos un dispositivo eléctrico de protección de contra la escarcha (28, 29) de una superficie exterior de la aeronave,

caracterizado por que:

- 15 - dicho al menos un dispositivo de protección contra la escarcha (28, 29) es adecuado para poder ser alimentado eléctricamente mediante una corriente eléctrica de alimentación suministrada por al menos uno de dichos circuitos de alimentación eléctrica de potencia variable (24b, 24d, 24e), denominada alimentación eléctrica compartida (24b, 24d, 24e), de un motor de compresión de un dispositivo de gestión térmica (25, 26, 27),

- dicha al menos una alimentación eléctrica compartida es adecuada para ser conectada a dicho motor de compresión a través de un dispositivo de conmutación (37) al que también se conecta dicho al menos un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha (28, 29),

- 20 - incluye una unidad de control para dicho dispositivo de conmutación (37) programada para, si se cumplen los criterios de altitud de la aeronave, colocar dicho dispositivo de conmutación (37) en un estado, denominado segundo estado, en el que la alimentación eléctrica compartida (24b, 24d, 24e) se conecta eléctricamente a dicho al menos un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha (28, 29) conectado a este dispositivo de conmutación (37), pudiendo suministrar entonces la alimentación eléctrica compartida (24b, 24d, 24e) una corriente eléctrica de
- 25 alimentación a dicho dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha (28, 29).

2. Red de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizada por que cuando se encuentra en dicho segundo estado, el dispositivo de conmutación (37) es adecuado para desconectar eléctricamente la alimentación eléctrica compartida (24b, 24d, 24e) de dicho motor de compresión.

- 30 3. Red de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2 caracterizada por que dicha unidad de control se programa para colocar dicho dispositivo de conmutación (37):

- en un primer estado en el que la alimentación eléctrica compartida (24b, 24d, 24e) se conecta eléctricamente a dicho motor de compresión de modo que pueda suministrarle una corriente eléctrica de alimentación si se cumplen los primeros criterios de altitud,

- 35 - en dicho segundo estado si se cumplen los segundos criterios de altitud, diferentes de dichos primeros criterios de altitud.

4. Red de acuerdo con la reivindicación 3 caracterizada por que el dispositivo de conmutación (37) es adecuado para, en dicho primer estado, desconectar eléctricamente la alimentación eléctrica compartida (24b, 24d, 24e) de cualquier dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha (28, 29) conectado a este dispositivo de conmutación (37).

- 40 5. Red de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4 caracterizada por que cada dispositivo de protección contra la escarcha (28, 29) conectado a una alimentación eléctrica compartida (24b, 24d, 24e) es adecuado para poder ser alimentado mediante una potencia eléctrica correspondiente a una potencia eléctrica máxima de la corriente eléctrica de alimentación de dicho motor de compresión suministrada por esta alimentación eléctrica compartida (24b, 24d, 24e).

- 45 6. Red de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada por que al menos una alimentación eléctrica compartida (24b, 24d, 24e) es una alimentación eléctrica trifásica que suministra una corriente eléctrica trifásica de alimentación a dicho motor de compresión, siendo adecuado dicho dispositivo de conmutación (37) para

poder conectar una fase de la corriente eléctrica trifásica suministrada por la alimentación eléctrica compartida (24b, 24d, 24e) a un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha (28, 29).

5 7. Red de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6 caracterizada por que el único circuito de alimentación eléctrica de cada dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha (28, 29) es una alimentación eléctrica compartida.

10 8. Red de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 caracterizada por que al menos un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha (28, 29) conectado a una alimentación eléctrica compartida mediante un dispositivo de conmutación (37) se selecciona en el grupo constituido por dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha por impulsos magnéticos, dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha electrotérmicos, dispositivos eléctricos de protección contra la escarcha por impulsos eléctricos y combinaciones de los mismos.

9. Red de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada por que al menos una alimentación eléctrica compartida (24b, 24d, 24e) comprende un ondulator adecuado para recibir esta corriente continua de potencia y para suministrar una corriente eléctrica de alimentación de acuerdo con una potencia variable determinada por dicha lógica de control (33).

15 10. Red de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9 caracterizada por que al menos una lógica de control (33) asociada a una alimentación eléctrica compartida (24b, 24d, 24e) es adecuada para determinar y ajustar un valor de la potencia de la corriente eléctrica de alimentación suministrada a cada dispositivo de protección contra la escarcha (28, 29).

20 11. Red de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizada por que al menos un motor de compresión es un motor eléctrico de dos bobinados y se conecta a dos alimentaciones eléctricas compartidas (24b, 24d, 24e), estando cada una de estas dos alimentaciones eléctricas compartidas (24b, 24d, 24e) conectada a uno de los dos bobinados del motor de compresión.

12. Método de distribución eléctrica a bordo de una aeronave a partir de al menos un dispositivo de generación de una corriente eléctrica (21), denominada corriente eléctrica de potencia, método en el cual:

25 - al menos un circuito de alimentación eléctrica de potencia variable (24):

- es adecuado para ser conectado a un motor eléctrico, denominado motor de compresión, de accionamiento de un compresor de un dispositivo de gestión térmica (25, 26, 27),
- recibe una corriente eléctrica de potencia y suministra una corriente eléctrica de alimentación a dicho motor de compresión de acuerdo con una potencia de alimentación variable determinada por una lógica de control (33),

30 - se suministra una corriente eléctrica al menos a un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha (28, 29) de una superficie exterior de la aeronave,

caracterizado por que:

35 - dicho al menos un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha (28, 29) es adecuado para poder ser alimentado eléctricamente por una corriente eléctrica de alimentación suministrada por al menos uno de dichos circuitos de alimentación eléctrica de potencia variable (24b, 24d, 24e), denominada alimentación eléctrica compartida, de un motor de compresión de un dispositivo de gestión térmica (25, 26, 27),

- dicha al menos una alimentación eléctrica compartida (24b, 24d, 24e) está conectada a dicho motor de compresión a través de un dispositivo de conmutación (37) al que también se conecta dicho al menos un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha (28, 29),

40 - si se cumplen los criterios de altitud de la aeronave dicho dispositivo de conmutación (37) se coloca en un estado, denominado segundo estado, en el que la alimentación eléctrica compartida (24b, 24d, 24e) se conecta eléctricamente a dicho al menos un dispositivo eléctrico de protección contra la escarcha (28, 29) conectado a este dispositivo de conmutación (37), pudiendo entonces la alimentación eléctrica compartida (24b, 24d, 24e) suministrar una corriente eléctrica de alimentación a este dispositivo de protección contra la escarcha (28, 29).

45 13. Método de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizado por que en dicho segundo estado la alimentación eléctrica compartida (24b, 24d, 24e) se desconecta eléctricamente de dicho motor de compresión.

14. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 13, caracterizado por que dichos criterios de altitud comprenden por lo menos un criterio seleccionado en el grupo constituido por los criterios siguientes:

- la aeronave está en vuelo a una altitud inferior a una altitud máxima determinada,
- la aeronave está en vuelo a una altitud superior a una altitud mínima determinada,
- la aeronave está en vuelo a una altitud inferior a una altitud máxima determinada y superior a una altitud mínima determinada.

5 15. Aeronave caracterizada por que comprende una red eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11.

