

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 741 952**

51 Int. Cl.:

B64D 27/12 (2006.01)

B64D 45/00 (2006.01)

F01D 5/14 (2006.01)

B64D 27/00 (2006.01)

B64C 27/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.02.2014 E 14153949 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2019 EP 2778068**

54 Título: **Mecanismo de seguridad de pala para sistema de motor de rotor abierto**

30 Prioridad:

13.03.2013 US 201313798896

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

12.02.2020

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

KOCH IV, WILLIAM JOHN

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 741 952 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

Mecanismo de seguridad de pala para sistema de motor de rotor abierto

Información de antecedentes

1. Campo:

- 5 La presente divulgación se relaciona en general con sistemas de motor y, en particular, con sistemas de motor de rotor abierto. Aún más particularmente, la presente divulgación se relaciona con un mecanismo de seguridad para manejar un evento de pala no deseado en un sistema de motor de rotor abierto.

Antecedentes:

10 Un sistema de motor de rotor abierto es un sistema de motor en el que la hélice del sistema de motor no está contenida dentro de la góndola, o carcasa, del sistema de motor. La hélice, que también se puede denominar como un ventilador, está formada por palas conectadas a un distribuidor. Estas palas también pueden denominarse como palas de rotor, palas de hélice, o palas de ventilador. La rotación de una porción del distribuidor hace que las palas giren alrededor de un eje a través del distribuidor.

15 Con un sistema de motor de rotor abierto, el diámetro total de la hélice puede aumentarse y el peso total del sistema de motor reducirse. En particular, con un sistema de motor de rotor abierto, la góndola, vista típicamente con motores de turbohélice, puede no ser necesaria. La extracción de la góndola puede reducir el peso del sistema de motor y reducir la resistencia total inducida por el sistema de motor.

20 Dependiendo de la configuración, un sistema de motor de rotor abierto puede tener una única hélice o un par de hélices. El par de hélices puede incluir una primera hélice formada por un primer conjunto de palas que giran en una dirección y una segunda hélice formada por un segundo conjunto de palas que giran en la dirección opuesta.

25 Antes del uso de un sistema de motor de rotor abierto en una aeronave, el sistema de motor de rotor abierto puede necesitar ser certificado por una o más agencias de regulación, tal como, por ejemplo, la Administración Federal de Aviación (FAA). La certificación puede requerir que se establezca una medida de seguridad para manejar un evento de liberación de pala. Como se usa aquí, un "evento de liberación de pala" puede ser una separación de una pala del distribuidor del sistema de motor de rotor abierto o una separación de alguna porción de la pala del resto de la pala. En particular, la certificación del sistema de motor de rotor abierto puede requerir que esté presente una medida de seguridad para prevenir o reducir la posibilidad de que un evento de liberación de pala tenga uno o más efectos no deseados en la aeronave y/o en otro sistema de motor de rotor abierto de la aeronave.

30 Adicionalmente, en algunos casos, la certificación puede requerir que las influencias aerodinámicas y/o vibraciones fuera de balance producidas por un evento de liberación de pala deban tener un efecto limitado en la capacidad de control de la aeronave. Por lo tanto, sería deseable tener un método y aparato que tenga en cuenta al menos algunos de los problemas discutidos anteriormente, así como otros posibles problemas.

35 El documento GB2469520 cita un distribuidor de turbina eólica y el ensamblaje de góndola incluye medios para conducir un rayo entre el distribuidor y la góndola. El distribuidor está montado de manera giratoria en la góndola e incluye un conductor de distribuidor que se conecta a una pala soportada por el distribuidor. Los medios de conducción de rayos incluyen una pista conductora y un terminal, que se enfrentan y son desplazables en relación entre sí, estando una de las pistas y el terminal montados en el distribuidor y conectados al conductor de distribuidor y estando la otra montada en la góndola. El terminal incluye un cuerpo principal de terminal separado de la pista y una extensión de terminal conductora sacrificial por ejemplo un cepillo de alambre que se extiende desde el cuerpo principal de terminal hacia la pista. El cepillo se desgasta con el tiempo para producir una brecha. El cepillo se vaporiza en plasma en un golpe de rayo. También hay un sensor inductivo que rodea a un conductor que envía señales a un sistema de monitorización de parque eólico para identificar cual turbina ha sido golpeada y cuales elementos sacrificiales necesitan reemplazarse. El documento US3912200 divulga un sistema de desconexión de pala de rotor de emergencia para al menos dos pares de palas de rotor de helicóptero opuestas. Una pluralidad de alambres paralelos está incorporada en cada pala y se conecta eléctricamente a una pala de rotor accionada por detonador explosivo desconectada en el distribuidor de rotor.

Resumen

50 En un ejemplo ilustrativo, un aparato comprende una pala, un conductor incorporado dentro de la pala, y un sistema de activación. La pala está conectada a un distribuidor en un sistema de motor de rotor abierto. El sistema de activación está configurado para permitir que la energía eléctrica fluya hacia el conductor en respuesta a un evento de pala no deseado de tal manera que el conductor se vaporiza.

En un aspecto se proporciona un aparato como se define en la reivindicación 1.

En otro aspecto se proporciona un método para uso en un sistema de motor de rotor abierto como se define en la reivindicación 12.

Los rasgos y funciones pueden lograrse independientemente en diversas realizaciones de la presente divulgación o pueden combinarse en aún otras realizaciones en las que se pueden ver detalles adicionales con referencia a la siguiente descripción y dibujos.

Breve descripción de los dibujos

- 5 Los rasgos novedosos que se consideran características de las realizaciones ilustrativas se exponen en las reivindicaciones anexas. Sin embargo, las realizaciones ilustrativas, así como un modo preferido de uso, objetivos y rasgos adicionales de las mismas, se entenderán mejor mediante referencia a la siguiente descripción detallada de una realización ilustrativa de la presente divulgación cuando se lea en conjunto con los dibujos acompañantes, en donde:
- 10 La figura 1 es una ilustración de una aeronave de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La figura 2 es una ilustración de un sistema de motor en la forma de un diagrama de bloques de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La figura 3 es una ilustración de un dispositivo de activación en la forma de un diagrama de bloques de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 15 La figura 4 es una ilustración de una vista ampliada de una pala de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La figura 5 es una ilustración de una pala de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La figura 6 es una ilustración de una representación esquemática de un dispositivo de activación de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 20 La figura 7 es una ilustración de un proceso para manejar un evento de pala no deseado en la forma de un diagrama de flujo de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La figura 8 es una ilustración de un proceso para manejar un evento de pala no deseado en la forma de un diagrama de flujo de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La figura 9 es una ilustración de un método de fabricación y servicio de aeronaves en la forma de un diagrama de flujo de acuerdo con una realización ilustrativa; y
- 25 La figura 10 es una ilustración de una aeronave en la forma de un diagrama de bloques de acuerdo con una realización ilustrativa.

Descripción detallada

30 Las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta diferentes consideraciones. Por ejemplo, las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que un método para manejar un evento de liberación de pala puede involucrar posicionar un sistema de motor de rotor abierto en una ubicación a lo largo de una aeronave en la que se pueda minimizar cualquier efecto no deseado de la liberación de pala. Sin embargo, las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que las ubicaciones a lo largo de la aeronave en las que se puede posicionar el sistema de motor de rotor abierto pueden estar limitadas por el tamaño de la aeronave, un centro deseado de ubicación de masa para la aeronave, un nivel deseado de rendimiento aerodinámico para la aeronave, y/u otros tipos de factores.

35 Otro método para manejar un evento de liberación de pala puede incluir agregar blindaje a las porciones de la aeronave que pueden afectarse por la liberación de pala. Por ejemplo, el blindaje puede agregarse a la porción de un fuselaje que puede ser impactada por una pala que se ha separado del distribuidor del sistema de motor de rotor abierto. Sin embargo, las realizaciones ilustrativas también reconocen y tienen en cuenta que este tipo de blindaje puede aumentar el peso de la aeronave más de lo deseado. Adicionalmente, en algunos casos, el blindaje puede afectar el rendimiento aerodinámico de la aeronave.

40

De este modo, las realizaciones ilustrativas que se describen a continuación proporcionan un mecanismo de seguridad de pala que se puede usar para manejar de manera segura los eventos de liberación de pala y/u otros tipos de eventos de pala no deseados. El mecanismo de seguridad de pala descrito en las siguientes figuras a continuación puede no aumentar el peso de la aeronave más allá de las tolerancias seleccionadas. Adicionalmente, este mecanismo de seguridad de pala puede no afectar el rendimiento aerodinámico de la aeronave fuera de las tolerancias seleccionadas.

45

Refiriéndose ahora a las figuras y, en particular, con referencia a la figura 1, se representa una ilustración de una aeronave de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, la aeronave 100 tiene ala 102 y ala 104 unidas al cuerpo 106. El cuerpo 106 de aeronave 100 tiene una sección 108 de cola. El estabilizador 110 horizontal, estabilizador 112 horizontal, y estabilizador 114 vertical están unidos a la sección 108 de cola de cuerpo 106.

50

Como se representa, la aeronave 100 incluye el sistema 116 de motor de rotor abierto unido al ala 102 y el sistema 118 de motor de rotor abierto unido al ala 104. El sistema 116 de motor de rotor abierto incluye hélice 120 y hélice 122, ambas asociadas con la góndola 124. El sistema 118 de motor de rotor abierto incluye hélice 126 y hélice 128, ambas asociadas con la góndola 130.

5 Como se usa aquí, cuando un componente está "asociado" con otro componente, la asociación es una asociación física en los ejemplos representados. Por ejemplo, se puede considerar que un primer componente, tal como hélice 120, está asociado con un segundo componente, tal como góndola 124, al estar asegurado al segundo componente, unido al segundo componente, montado al segundo componente, soldado al segundo componente, fijado al segundo componente, y/o conectado al segundo componente de alguna otra manera adecuada. El primer componente también
10 puede conectarse al segundo componente usando un tercer componente. Adicionalmente, se puede considerar que el primer componente está asociado con el segundo componente al estar formado como parte de y/o como una extensión del segundo componente.

El sistema 116 de motor de rotor abierto y sistema 118 de motor de rotor abierto tienen ambos mecanismos de seguridad de pala configurados para manejar los eventos de liberación de pala. El área 132 indica el área alrededor
15 del cuerpo 106 de aeronave 100 en la que puede entrar una pala una vez que la pala se haya separado de un distribuidor dentro de la góndola del sistema de motor de rotor abierto correspondiente. Los mecanismos de seguridad de pala producen desintegración de al menos una pala en respuesta a cualquier evento de pala no deseado que ocurre con una pala particular de tal manera que se previene que la pala particular impacte el cuerpo 106 de aeronave 100 dentro del área 132 o, en algunos casos, fuera del área 132 .

20 Con referencia ahora a la figura 2, se representa una ilustración de un sistema de motor en la forma de un diagrama de bloques de acuerdo con una realización ilustrativa. El sistema 200 de motor se puede usar para mover el vehículo 202. El vehículo 202 puede ser cualquier plataforma configurada para moverse. En un ejemplo ilustrativo, el vehículo 202 toma la forma de vehículo 204 aéreo. El vehículo 204 aéreo puede tomar la forma de, por ejemplo, sin limitación, aeronave 205, vehículo 206 aéreo no tripulado, o algún otro tipo de vehículo basado en aire. La aeronave 100 en la
25 figura 1 puede ser un ejemplo de una implementación para la aeronave 205 en la figura 2.

En este ejemplo ilustrativo, el sistema 200 de motor toma la forma de sistema 208 de motor de rotor abierto. El sistema 116 de motor de rotor abierto y sistema 118 de motor de rotor abierto en la figura 1 son ejemplos de implementaciones para el sistema 208 de motor de rotor abierto en la figura 2.

30 Como se representa, el sistema 208 de motor de rotor abierto puede incluir góndola 210, hélice 212, distribuidor 214, y núcleo 215 de motor. La hélice 212 está ubicada fuera de la góndola 210. El distribuidor 214 y núcleo 215 de motor están ubicados dentro de la góndola 210. La hélice 212 puede estar asociada con la góndola 210 al estar conectada al distribuidor 214. En este ejemplo ilustrativo, el sistema 208 de motor de rotor abierto incluye solo una hélice. Sin embargo, en otros ejemplos ilustrativos, el sistema 208 de motor de rotor abierto puede incluir más de una hélice. Las hélices 120, 122, 126, y 128 en la figura 1 son ejemplos de implementaciones para la hélice 212 en la figura 2.

35 La hélice 212 está formada por pluralidad de palas 216. La pala 218 es un ejemplo de una pluralidad de palas 216. Como se representa, la pala 218 está compuesta de capas 220. En un ejemplo ilustrativo, las capas 220 pueden tomar la forma de capas 222 de material compuesto. Cada una de las capas 222 de material compuesto puede estar compuesta por uno o más materiales compuestos. Como un ejemplo ilustrativo, cada una de las capas 222 de material compuesto puede ser una capa de una fibra de carbono. Estas capas de fibra de carbono pueden haber sido curadas
40 para formar una pala de fibra de carbono sólida. Las capas 222 de material compuesto también pueden denominarse como pliegues de material compuesto.

El sistema 208 de motor de rotor abierto también incluye mecanismo 224 de seguridad de pala. El mecanismo 224 de seguridad de pala está configurado para manejar el evento 225 de pala no deseado. El evento 225 de pala no deseado puede comprender al menos una de una separación de una de la pluralidad de palas 216 del distribuidor 214, una
45 bifurcación de una de la pluralidad de palas 216 a lo largo de una longitud de la pala, una separación de alguna porción de un segmento de una pala del resto de la pala, o algún otro tipo de evento de pala no deseado. De esta manera, el mecanismo 224 de seguridad de pala está configurado para manejar de manera segura los eventos de liberación de pala y otros tipos de eventos de pala no deseados.

Como se representa, el mecanismo 224 de seguridad de pala incluye pluralidad de conductores 226 y sistema 228 de activación. El conductor 230 es un ejemplo de uno de la pluralidad de conductores 226. El conductor 230 puede estar compuesto de número de elementos 232 conductores. Como se usa aquí, un "número de" artículos pueden incluir uno
50 o más artículos. De esta manera, el número de elementos 232 conductores puede incluir uno o más elementos conductores.

Un "elemento conductor", como se usa aquí, tal como uno de número de elementos 232 conductores, puede ser un objeto o pieza de material que permita el flujo de cargas eléctricas en una o más direcciones. En otras palabras, un elemento conductor puede ser un elemento que permite que la electricidad pase a través del elemento. En este ejemplo
55 ilustrativo, el número de elementos 232 conductores puede incluir al menos uno de un alambre conductor, un hilo

conductor, un filamento conductor, una fibra conductora, un parche conductor de material, una malla conductora, o algún otro tipo de objeto conductor o pieza de material.

5 Como se usa aquí, la frase "al menos uno de", cuando se usa con una lista de artículos, significa que se pueden usar diferentes combinaciones de uno o más de los artículos enumerados pero solo se puede necesitar un artículo en la lista de artículos. El artículo puede ser un objeto, cosa, o categoría particular. En otras palabras, "al menos uno de" significa que se puede usar cualquier combinación de artículos y cualquier número de artículos de la lista pero no todos los artículos en la lista son necesarios.

10 Por ejemplo, "al menos uno de artículo A, artículo B, o artículo C" puede incluir, sin limitación, artículo A, artículo A y artículo B, o solo artículo B. Por ejemplo, "al menos uno de artículo A, artículo B, o artículo C" puede incluir, sin limitación, artículo A; tanto artículo A como artículo B; artículo A, artículo B, y artículo C; o artículo B y artículo C. En otros ejemplos, "al menos uno de" puede ser, por ejemplo, sin limitación, dos de artículo A, uno de artículo B, y diez de artículo C; cuatro de artículo B y siete de artículo C; o algún otro tipo de combinación.

15 En un ejemplo ilustrativo, el número de elementos 232 conductores puede implementarse usando el número de elementos 233 de alambre. El número de elementos 233 de alambre puede ser uno o más alambres metálicos tales como, por ejemplo, sin limitación, uno o más alambres de cobre.

El conductor 230 puede incorporarse dentro de la pala 218 en este ejemplo ilustrativo. En un ejemplo ilustrativo, el conductor 230 puede incorporarse entre las capas 220 de pala 218. En este ejemplo, el conductor 230 puede no estar expuesto en la superficie exterior de pala 218. Sin embargo, en otros ejemplos ilustrativos, alguna porción de conductor 230 puede estar expuesta en la superficie exterior de pala 218.

20 Cuando las capas 220 toman la forma de capas 222 de material compuesto, el número de elementos 232 conductores puede estar dispuesto al menos uno sustancialmente paralelo a las fibras que corren a través de capas 222 de material compuesto o sustancialmente ortogonal a las fibras que corren a través de capas 222 de material compuesto. En un ejemplo ilustrativo, el número de elementos 232 conductores puede atravesar la pala 218 en una dirección según la cuerda de tal manera que el número de elementos 232 conductores puede no afectarse por la tensión según el tiempo dentro de la pala 218.

En algunos casos, el número de elementos 232 conductores se puede implementar usando un único alambre que se enrolla alrededor de una porción de capas 220 de la pala 218. Este alambre se puede enrollar alrededor de la pala 218 en una espiral de, por ejemplo, alrededor de 5 grados a alrededor de 20 grados.

30 El conductor 230 está conectado eléctricamente al sistema 228 de activación. Como se usa aquí, cuando un primer componente, tal como conductor 230, está "conectado eléctricamente" a un segundo componente, tal como sistema 228 de activación, el primer componente está conectado al segundo componente de tal manera que una corriente eléctrica, o energía eléctrica, puede fluir desde el primer componente al segundo componente, desde el segundo componente al primer componente, o una combinación de los dos. En algunos casos, el primer componente puede estar conectado eléctricamente al segundo componente sin ningún componente adicional entre los dos componentes.

35 En otros casos, el primer componente puede estar conectado eléctricamente al segundo componente mediante uno o más otros componentes.

40 Cuando se usa más de un elemento conductor para formar el conductor 230, estos elementos conductores pueden conectarse eléctricamente entre sí con al menos uno de los elementos conductores estando conectado eléctricamente al sistema 228 de activación. Sin embargo, en algunos casos, al menos una porción de estos elementos conductores puede no estar conectada eléctricamente entre sí y puede estar conectada eléctricamente de manera independiente al sistema 228 de activación.

45 Como se representa, el sistema 228 de activación puede incluir pluralidad de dispositivos 234 de activación. En un ejemplo ilustrativo, cada uno de la pluralidad de dispositivos 234 de activación puede conectarse eléctricamente a uno correspondiente de la pluralidad de conductores 226. Por ejemplo, el dispositivo 236 de activación en pluralidad de dispositivos 234 de activación puede estar conectado eléctricamente al conductor 230.

50 El dispositivo 236 de activación activa una medida de seguridad en respuesta a la ocurrencia de un evento 225 de pala no deseado. Como un ejemplo ilustrativo, esta medida de seguridad puede activarse en respuesta a una separación parcial o separación completa de la pala 218, en su conjunto o en parte, desde el distribuidor 214. El dispositivo 236 de activación puede detectar el evento 225 de pala no deseado y permitir que la energía 238 eléctrica fluya hacia el conductor 230 en respuesta al evento 225 de pala no deseado. El flujo de energía 238 eléctrica en y a través del conductor 230 calienta el conductor 230 a una temperatura por encima de un umbral seleccionado de tal manera que el conductor 230 se vaporiza.

55 Como se usa aquí, cuando un objeto se "vaporiza", el objeto se convierte en uno o más gases, tanto con energía térmica como una onda de choque que es liberada. Estas moléculas del uno o más gases pueden ionizarse de tal manera que se forma plasma caliente. En este ejemplo ilustrativo, cuando el conductor 230 se "vaporiza", el conductor 230 se convierte en plasma, de esa manera liberando energía térmica y una onda de choque que se experimenta dentro de la pala 218.

La liberación de energía térmica y la onda de choque dentro de la pala 218 produce que la pala 218 o una porción al menos se deslamine o fragmente. Cuando la pala 218 se "deslaminan", las capas 220 en la pala 218 pueden dividirse o separarse entre sí. Cuando la pala 218 se "fragmenta", la pala 218 se rompe en porciones más pequeñas. En algunos casos, la deslaminación y/o fragmentación de pala 218 puede denominarse como la desintegración de la pala 218.

5 En un ejemplo ilustrativo, la pluralidad de dispositivos 234 de activación puede ubicarse en la porción giratoria del distribuidor 214. En este ejemplo, el número de anillos 240 rozantes puede usarse para transferir energía eléctrica generada por la fuente 242 de alimentación dentro de la góndola 210 a pluralidad de dispositivos 234 de activación.

10 En algunos casos, la activación de la medida de seguridad para la pala 218 mediante dispositivo 236 de activación puede producir la activación de una medida de seguridad similar para la pala 244 opuesta. La pala 244 opuesta puede ser la pala ubicada directamente opuesta de la pala 218 con respecto a un eje central a través del distribuidor 214.

15 Por ejemplo, la liberación de energía 238 eléctrica en el conductor 230 por el dispositivo 236 de activación puede activar un evento de pala para la pala 244 opuesta. Este evento de pala puede ser, por ejemplo, la separación de pala 244 opuesta del distribuidor 214. La separación de pala 244 opuesta del distribuidor 214 puede dar como resultado en que el dispositivo de activación en pluralidad de dispositivos 234 de activación que corresponde a la pala 244 opuesta libere energía eléctrica en el conductor en pluralidad de conductores 226 incorporados dentro de la pala 244 opuesta. De esta manera, la pala 244 opuesta se puede al menos deslaminar o fragmentar. Este proceso puede reducir la vibración fuera de balance producida por la separación de pala 218 del distribuidor 214. Reducir esta vibración fuera de balance puede reducir y/o prevenir la posibilidad de efectos estructurales no deseados en la aeronave 205 y/o la pérdida de control de la aeronave 205.

20 Con referencia ahora a la figura 3, se representa una ilustración de dispositivo 236 de activación de la figura 2 en la forma de un diagrama de bloques de acuerdo con una realización ilustrativa. En un ejemplo ilustrativo, el dispositivo 236 de activación se implementa usando el circuito 300 eléctrico. El circuito 300 eléctrico puede incluir el banco 302 de condensadores, conmutador 304, y activador 306. En algunos casos, el conductor 230 puede considerarse parte de circuito 300 eléctrico.

25 Como se representa, el banco 302 de condensadores puede formarse usando el número de condensadores 308. El número de condensadores 308 puede conectarse eléctricamente al conductor 230 de tal manera que la energía 238 eléctrica almacenada dentro del número de condensadores 308 puede enviarse al conductor 230.

30 El banco 302 de condensadores se puede cargar usando, por ejemplo, sin limitación, el número de anillos 240 rozantes, para aumentar energía 238 eléctrica almacenada dentro del banco 302 de condensadores. Por ejemplo, el número de anillos 240 rozantes puede enviar una corriente al banco 302 de condensadores para cargar el banco 302 de condensadores. El banco 302 de condensadores se puede cargar hasta que se haya alcanzado al menos el nivel 309 seleccionado de energía 238 eléctrica. El nivel 309 seleccionado puede ser el nivel de energía 238 eléctrica necesario para ser enviado al conductor 230 en la figura 2 con el fin de producir vaporización de conductor 230.

35 Cuando la pala 218 está conectada al distribuidor 214 en la figura 2, el conmutador 304 está abierto. Cuando el conmutador 304 está abierto, el circuito 300 eléctrico está abierto y se previene que la energía 238 eléctrica sea enviada al conductor 230. Sin embargo, cuando el conmutador 304 está cerrado, el circuito 300 eléctrico está cerrado y el banco 302 de condensadores puede descargar energía 238 eléctrica al conductor 230. El conmutador 304 se controla usando el activador 306. De esta manera, el activador 306 se usa para iniciar la liberación de energía 238 eléctrica en el conductor 230. En particular, el activador 306 se usa para detectar evento 225 de pala no deseado en la figura 2 y cerrar el conmutador 304 en respuesta a una detección de evento 225 de pala no deseado que ocurre.

40 El activador 306 y conmutador 304 están configurados de tal manera que el circuito 300 eléctrico se cierra de manera suficientemente rápida para permitir que el nivel 309 seleccionado de energía 238 eléctrica se descargue del banco 302 de condensadores al conductor 230 antes de que se corte la conexión eléctrica entre el banco 302 de condensadores y conductor 230.

45 En un ejemplo ilustrativo, el activador 306 se implementa usando el número de elementos 310 activadores. El número de elementos 310 activadores puede estar conectado a al menos uno de pala 218 y distribuidor 214. El número de elementos 310 activadores puede ser, por ejemplo, un número de alambres activadores. Cuando la pala 218 está conectada al distribuidor 214, el número de elementos 310 activadores permanece intacto. Cuando la pala 218 se separa del distribuidor 214, el número de elementos 310 activadores se rompe. La ruptura de número de elementos 50 310 activadores produce que el conmutador 304 se cierre.

55 Por ejemplo, el número de elementos 310 activadores puede implementarse como un único alambre frágil ubicado en la superficie exterior de la pala 218 y conectado al conmutador 304. Este alambre puede colocarse a lo largo de la longitud de la pala 218 de tal manera que el alambre atraviese desde la base de pala 218 a la punta de pala 218, regresando varias veces de tal de manera que el alambre cubra todo el perímetro de la pala 218. Por supuesto, dependiendo de la implementación, el alambre puede estar dispuesto a lo largo de la pala 218 de alguna otra manera. El alambre puede seleccionarse de tal manera que la fragilidad del alambre produzca que el alambre se rompa justo por encima del umbral para la ocurrencia de evento 225 de pala no deseado.

Como un ejemplo ilustrativo, la separación de pala 218 del distribuidor 214 o la separación de una porción de pala 218 del resto de pala 218 puede producir efectos no deseados dentro de la pala 218. El alambre frágil puede configurarse para responder a estos efectos no deseados y romperse cuando se ha alcanzado el umbral para estos efectos no deseados.

5 El conmutador 304 se puede implementar en un número de formas diferentes. En un ejemplo ilustrativo, el conmutador 304 toma la forma de conmutador 312 solenoide. La ruptura de número de elementos 310 activadores puede eliminar la corriente eléctrica que se suministra al conmutador 312 solenoide, de esa manera produciendo que el conmutador 312 solenoide se cierre. El cierre de conmutador 312 solenoide puede entonces, a su vez, producir que la corriente eléctrica fluya hacia el conductor 230 incorporado dentro de la pala 218.

10 En otro ejemplo ilustrativo, el conmutador 304 toma la forma de conmutador 314 cargado por resorte. El conmutador 314 cargado por resorte incluye el primer contacto 316 cargado por resorte, segundo contacto 318 cargado por resorte, y aislador 320. El primer contacto 316 cargado por resorte y segundo contacto 318 cargado por resorte están desviados uno hacia el otro. Sin embargo, el aislador 320 está ubicado entre el primer contacto 316 cargado por resorte y segundo contacto 318 cargado por resorte. En particular, el aislador 320 se usa para separar el primer contacto 316 cargado por resorte y segundo contacto 318 cargado por resorte.

El aislador 320 puede implementarse usando cualquier objeto o pieza de material configurado para bloquear el flujo de corriente eléctrica entre el primer contacto 316 cargado por resorte y segundo contacto 318 cargado por resorte. En un ejemplo ilustrativo, el aislador 320 toma la forma de un bloque cerámico.

20 Cuando el conmutador 304 toma la forma de conmutador 314 cargado por resorte, el activador 306 puede implementarse usando la atadura 322. La atadura 322 puede estar conectada al aislador 320. La atadura 322 está configurada para mover el aislador 320 de tal manera que el aislador 320 ya no separa el primer contacto 316 cargado por resorte y segundo contacto 318 cargado por resorte. De esta manera, se puede permitir que el primer contacto 316 cargado por resorte entre en contacto con el segundo contacto 318 cargado por resorte, de esa manera cerrando el circuito 300 eléctrico y produciendo que la corriente eléctrica fluya hacia el conductor 230 incorporado dentro de la pala 218.

25 Las ilustraciones de vehículo 202 y sistema 208 de motor de rotor abierto en la figura 2 y dispositivo 236 de activación no pretenden implicar limitaciones físicas o arquitectónicas de la manera en que se puede implementar una realización ilustrativa. Se pueden usar otros componentes además a o en lugar de los unos ilustrados. Algunos componentes pueden ser opcionales. También, los bloques se presentan para ilustrar algunos componentes funcionales. Uno o más de estos bloques pueden combinarse, dividirse, o combinarse y dividirse en bloques diferentes cuando se implementan en una realización ilustrativa.

30 Por ejemplo, en algunos casos, el mecanismo 224 de seguridad de pala en la figura 2 puede usarse para manejar de manera segura los eventos de pala no deseados que ocurren con una o más otras hélices de sistema 208 de motor de rotor abierto además de la hélice 212 en la figura 2. En otros ejemplos ilustrativos, el número de anillos 240 rozantes puede no ser necesario para suministrar energía eléctrica al sistema 228 de activación en la figura 2.

En algunos ejemplos ilustrativos, se puede usar algún otro tipo de conmutador 304. Por ejemplo, el conmutador 304 puede implementarse usando un conmutador de plasma en algunos casos. En aún otros ejemplos ilustrativos, se puede usar un contacto estacionario en lugar del segundo contacto 318 cargado por resorte o primer contacto 316 cargado por resorte.

40 Con referencia ahora a la figura 4, se representa una ilustración de una vista ampliada de una pala de acuerdo con una realización ilustrativa. La pala 400 en la figura 4 puede ser una de las palas que forman la hélice 128 en la figura 1. En este ejemplo ilustrativo, la pala 400 tiene una sección 402 de raíz y sección 404 de superficie aerodinámica.

45 Como se representa, la sección 402 de raíz de pala 400 está ubicada dentro de la góndola 130 de sistema 118 de motor de rotor abierto pero la sección 404 de superficie aerodinámica de pala 400 se extiende fuera de la góndola 130. La sección 402 de raíz incluye la unidad 406 de unión que se usa para unir la sección 402 de raíz de pala 400 al distribuidor 408. La sección 404 de superficie aerodinámica tiene la base 410 y punta 412.

50 Con referencia ahora a la figura 5, se representa una ilustración de pala 400 de la figura 4 de acuerdo con una realización ilustrativa. En la figura 5, una o más de las capas más externas usadas para formar la pala 400 se han eliminado de tal manera que el conductor 500 alrededor de las capas 502 internas de pala 400 pueda verse con más claridad. En este ejemplo ilustrativo, el conductor 500 es un alambre que se ha enrollado alrededor de las capas 502 internas de la pala 400.

55 Volviendo ahora a la figura 6, se representa una ilustración de una representación esquemática de un dispositivo de activación de acuerdo con una realización ilustrativa. En la figura 6, el dispositivo 600 de activación es un ejemplo de una implementación para el dispositivo 236 de activación en las figuras 2-3. En este ejemplo ilustrativo, el dispositivo 236 de activación se implementa usando el circuito 602 eléctrico. El circuito eléctrico 602 es un ejemplo de una implementación para el circuito 300 eléctrico en la figura 3.

- 5 Como se representa, el circuito 602 eléctrico incluye el conmutador 604, banco 606 de condensadores, conductor 608, y activador 610. El activador 610 está configurado para controlar el conmutador 604. El activador 610 cierra el conmutador 604 en respuesta a un evento de pala no deseado. Cuando el conmutador 604 se cierra, el circuito 602 eléctrico entonces se cierra y al menos una porción de la energía eléctrica almacenada en el banco 606 de condensadores se permite que fluya hacia el conductor 608. Cuando el conmutador 604 está abierto, no se permite que la energía eléctrica fluya hacia el conductor 608.
- 10 Las ilustraciones de pala 400 en las figuras 4-5 y dispositivo 600 de activación en la figura 6 no pretenden implicar limitaciones físicas o arquitectónicas de la manera en que se puede implementar una realización ilustrativa. Se pueden usar otros componentes además o en lugar de los unos ilustrados. Algunos componentes pueden ser opcionales.
- 15 Los diferentes componentes mostrados en las figuras 4-6 pueden ser ejemplos ilustrativos de cómo los componentes mostrados en forma de bloques en las figuras 2-3 pueden implementarse como estructuras físicas. Adicionalmente, algunos de los componentes en las figuras 4-6 pueden combinarse con componentes en las figuras 2-3, usados con componentes en las figuras 2-3, o una combinación de los dos.
- 20 Con referencia ahora a la figura 7, se representa una ilustración de un proceso para manejar un evento de pala no deseado en la forma de un diagrama de flujo de acuerdo con una realización ilustrativa. El proceso ilustrado en la figura 7 se puede realizar usando un mecanismo de seguridad de pala tal como, por ejemplo, sin limitación, mecanismo 224 de seguridad de pala en la figura 2.
- El proceso comienza al detectar un evento de pala no deseado en un sistema de motor de rotor abierto (operación 700). A continuación, se permite que la energía eléctrica fluya hacia un conductor incorporado en la pala en respuesta a la detección del evento de pala no deseado (operación 702). El conductor puede estar compuesto de, por ejemplo, uno o más alambres metálicos.
- 25 El conductor se vaporiza cuando la energía eléctrica que fluye a través del conductor, calienta el conductor a una temperatura por encima de un umbral seleccionado (operación 704). Cuando se realiza la operación 704, la vaporización del conductor da como resultado en una liberación de energía térmica y una onda de choque dentro de la pala. La pala al menos uno se deslaminada o fragmenta en respuesta a la vaporización del conductor (operación 706), con el proceso que termina a partir de ahí.
- Con referencia ahora a la figura 8, se representa una ilustración de un proceso para manejar un evento de pala no deseado en la forma de un diagrama de flujo de acuerdo con una realización ilustrativa. El proceso descrito en la figura 8 puede ser una versión más detallada del proceso descrito en la figura 7.
- 30 El proceso comienza al esperar que un activador en una pala detecte un evento de pala no deseado en un sistema de motor de rotor abierto (operación 800). En respuesta al activador que detecta el evento de pala no deseado, el activador cierra un conmutador en un circuito eléctrico que corresponde a la pala (operación 802). En respuesta al cierre de conmutador, el circuito eléctrico se cierra y la energía eléctrica se descarga de un banco de condensadores en el circuito eléctrico a un conductor incorporado con la pala (operación 804).
- 35 El conductor se vaporiza en respuesta a la energía eléctrica que fluye a través del conductor calentando el conductor a una temperatura por encima de un umbral seleccionado (operación 806). En respuesta a la vaporización de conductor, la pala se desintegra (operación 808). En la operación 808, la pala puede desintegrarse al deslaminarse y/o fragmentarse.
- 40 Adicionalmente, en respuesta al activador que detecta el evento de pala no deseado, otro activador para la pala opuesta ubicada directamente opuesta a la pala puede cerrar un conmutador en un circuito eléctrico que corresponde a la pala opuesta (operación 810). En respuesta a este cierre de conmutador, el circuito eléctrico se cierra y la energía eléctrica se descarga de un banco de condensadores en el circuito eléctrico a un conductor incorporado con la pala opuesta (operación 812).
- 45 El conductor se vaporiza en respuesta a la energía eléctrica que fluye a través del conductor calentando el conductor a una temperatura por encima de un umbral seleccionado (operación 814). En respuesta a la vaporización de conductor, la pala opuesta se desintegra (operación 816). En la operación 816, la pala puede desintegrarse al deslaminarse y/o fragmentarse. Una vez que se han realizado la operación 808 y operación 816, el proceso termina.
- 50 Por supuesto, en otros ejemplos ilustrativos, la desintegración de la pala opuesta en respuesta a la activación de la desintegración de la pala se puede realizar de alguna otra manera. Por ejemplo, pares de palas opuestas en el sistema de motor de rotor abierto se pueden alambrear en paralelo al activador de cada pala. De esta manera, cuando el activador de una pala detecta un evento de pala no deseado, los circuitos eléctricos para ambas palas se cierran simultáneamente y en paralelo.
- 55 Las realizaciones ilustrativas de la divulgación se pueden describir en el contexto de método 900 de fabricación y servicio de aeronave como se muestra en la figura 9 y aeronave 1000 como se muestra en la figura 10. Volviendo primero a la figura 9, se representa una ilustración de un método de fabricación y servicio de aeronave en la forma de un diagrama de flujo de acuerdo con una realización ilustrativa. Durante la preproducción, el método 900 de fabricación

y servicio de aeronave puede incluir especificación y diseño 902 de aeronave 1000 en la figura 10 y adquisición 904 de material.

5 Durante la producción, tiene lugar la fabricación 906 de componentes y subensamblajes e integración 908 de sistema de aeronave 1000 en la figura 10. A partir de ahí, la aeronave 1000 en la figura 10 puede ir a través de la certificación y suministro 910 con el fin de ser puesta en servicio 912. Mientras que en servicio 912 por un cliente, la aeronave 1000 en la figura 10 está programada para el mantenimiento 914 y servicio de rutina, que puede incluir modificación, reconfiguración, restauración, y otro mantenimiento o servicio.

10 Cada uno de los procesos de método 900 de fabricación y servicio de aeronave puede ser realizado o llevado a cabo por un integrador de sistema, un tercero, y/o un operador. En estos ejemplos, el operador puede ser un cliente. Para los propósitos de esta descripción, un integrador de sistema puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas de sistemas principales; un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier número de vendedores, subcontratistas, y proveedores; y un operador puede ser una aerolínea, una compañía de arrendamiento, una entidad militar, una organización de servicio, y así sucesivamente.

15 Con referencia ahora a la figura 10, se representa una ilustración de una aeronave en la forma de un diagrama de bloques en el que se puede implementar una realización ilustrativa. En este ejemplo, la aeronave 1000 se produce mediante el método 900 de fabricación y servicio de aeronave en la figura 9 y puede incluir armazón 1002 con pluralidad de sistemas 1004 e interior 1006. Ejemplos de sistemas 1004 incluyen uno o más de sistema 1008 de propulsión, sistema 1010 eléctrico, sistema 1012 hidráulico, y sistema 1014 ambiental. Se puede incluir cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, se pueden aplicar diferentes realizaciones
20 ilustrativas a otras industrias, tal como la industria para automóviles.

Los aparatos y métodos incorporados aquí pueden emplearse durante al menos una de las etapas de método 900 de fabricación y servicio de aeronave en la figura 9. Por ejemplo, el sistema 1008 de propulsión puede incluir el número de sistemas 1016 de motor de rotor abierto. Cada uno de estos sistemas 1016 de motor de rotor abierto puede implementarse de manera similar a, por ejemplo, el sistema 208 de motor de rotor abierto descrito en la figura 2. Un mecanismo de seguridad de pala, tal como mecanismo 224 de seguridad de pala en la figura 2, puede instalarse durante la fabricación 906 de componentes y subensamblajes, integración 908 de sistema, mantenimiento y servicio 914 de rutina, o alguna otra etapa en el método 900 de fabricación y servicio de aeronave.
25

En un ejemplo ilustrativo, los componentes o subensamblajes producidos en la fabricación 906 de componentes y subensamblajes 906 en la figura 9 pueden elaborarse o fabricarse de una manera similar a los componentes o subensamblajes producidos mientras la aeronave 1000 está en servicio 912 en la figura 9. Como aún otro ejemplo, una o más realizaciones de aparato, realizaciones de método, o una combinación de las mismas pueden utilizarse durante etapas de producción, tales como fabricación 906 de componentes y subensamblajes e integración 908 de sistema en la figura 9. Una o más realizaciones de aparato, realizaciones de método, o una combinación de las mismas pueden utilizarse mientras la aeronave 1000 está en servicio 912 y/o durante el mantenimiento y servicio 914 en la figura 9. El uso de un número de las diferentes realizaciones ilustrativas puede acelerar sustancialmente el ensamblaje de y/o reducir el coste de aeronave 1000.
30
35

Adicionalmente, la divulgación comprende ejemplos de acuerdo con las siguientes cláusulas:

1. Un aparato que comprende:

una pala conectada a un distribuidor en un sistema de motor de rotor abierto;

40 un conductor incorporado dentro de la pala; y

un sistema de activación configurado para permitir que la energía eléctrica fluya hacia el conductor en respuesta a un evento de pala no deseado de tal manera que el conductor se vaporiza.

45 2. El aparato de la cláusula 1, en donde el evento de pala no deseado comprende al menos uno de una separación de la pala del distribuidor, una bifurcación de la pala a lo largo de una longitud de la pala, y una separación de una porción de la pala de un resto de la pala.

3. El aparato de la cláusula 1 o 2, en donde la pala está compuesta de una pluralidad de capas de material compuesto y en donde el conductor está incorporado dentro de la pluralidad de capas de material compuesto.

4. El aparato de cualquier cláusula precedente, en donde la vaporización de conductor produce que la pala al menos se deslamine o fragmente.

50 5. El aparato de cualquier cláusula precedente, en donde el sistema de activación comprende:

un circuito eléctrico, en donde se permite que la energía eléctrica fluya hacia el conductor cuando el circuito eléctrico está cerrado.

6. El aparato de cualquier cláusula precedente, en donde el circuito eléctrico comprende:

- un banco de condensadores configurado para almacenar la energía eléctrica que se libera en el conductor; y
- un conmutador configurado para cerrar el circuito eléctrico en respuesta al evento de pala no deseado de tal manera que la energía eléctrica almacenada en el banco de condensadores se descargue en el conductor.
- 5 7. El aparato de cualquier cláusula precedente, en donde el banco de condensadores está unido a una porción giratoria del distribuidor.
8. El aparato de cualquier cláusula precedente, en donde el banco de condensadores se carga usando un número de anillos rozantes conectados a una fuente de alimentación ubicada dentro del sistema de motor de rotor abierto.
9. El aparato de cualquier cláusula precedente, en donde el sistema de activación comprende además:
- un activador configurado para cerrar el conmutador en respuesta al evento de pala no deseado.
- 10 10. El aparato de cualquier cláusula precedente, en donde el activador comprende un número de elementos activadores.
11. El aparato de cualquier cláusula precedente, en donde el conmutador es un conmutador solenoide.
12. El aparato de cualquier cláusula precedente, en donde el conmutador es un conmutador cargado por resorte que comprende:
- 15 un primer contacto cargado por resorte;
- un segundo contacto cargado por resorte; y
- un aislador ubicado entre el primer contacto cargado por resorte y el segundo contacto cargado por resorte, en donde el aislador separa el primer contacto cargado por resorte del segundo contacto cargado por resorte y en donde mover el aislador permite que el primer contacto cargado por resorte entre en contacto con el segundo contacto cargado por resorte y cierre el circuito eléctrico.
- 20 13. El aparato de cualquier cláusula precedente, en donde la pala está compuesta de capas y en donde el conductor es un alambre enrollado alrededor de una porción de las capas que forman la pala.
14. El aparato de cualquier cláusula precedente, en donde el conductor está compuesto de un número de elementos conductores conectados entre sí.
- 25 15. Un sistema de motor de rotor abierto que comprende:
- un distribuidor;
- una pluralidad de palas en la que una pala en la pluralidad de palas comprende un conductor incorporado dentro de la pala; y
- un sistema de activación configurado para permitir que la energía eléctrica fluya hacia el conductor en respuesta a un evento de pala no deseado de tal manera que el conductor se vaporiza y la pala al menos se deslaminar o fragmenta.
- 30 16. El sistema de motor de rotor abierto de la cláusula 15, en donde el sistema de activación está configurado además para permitir que la energía eléctrica fluya hacia otro conductor incorporado en una pala opuesta ubicada opuesta a la pala con respecto a un eje central a través del distribuidor de tal manera que el otro conductor se vaporiza y la pala opuesta al menos se deslaminar o fragmenta.
- 35 17. Un método que comprende:
- detectar una ocurrencia de un evento de pala no deseado en un sistema de motor de rotor abierto;
- permitir que la energía eléctrica fluya hacia un conductor incorporado en una pala en respuesta a la detección del evento de pala no deseado; y
- vaporizar el conductor cuando la energía eléctrica que fluye a través del conductor calienta el conductor a una temperatura por encima de un umbral seleccionado.
- 40 18. El método de la cláusula 17 que comprende además:
- desintegrar la pala por al menos uno de deslaminar la pala y fragmentar la pala en respuesta a la vaporización de conductor.
- 45 19. El método de la cláusula 17 o 18, en donde permitir que la energía eléctrica fluya hacia el conductor incorporado en la pala comprende:

cerrar un circuito eléctrico de tal manera que la energía eléctrica almacenada en un banco de condensadores en el circuito eléctrico se descargue en el conductor.

20. El método de cualquiera de las cláusulas 17 a 19, en donde cerrar el circuito eléctrico de tal manera que la energía eléctrica almacenada en el banco de condensadores en el circuito eléctrico se descarga en el conductor comprende:

- 5 cerrar un conmutador en el circuito eléctrico en respuesta al evento de pala no deseado, en donde cerrar el conmutador cierra el circuito eléctrico.

10 Los diagramas de flujo y diagramas de bloques en las diferentes realizaciones representadas ilustran la arquitectura, funcionalidad, y operación de algunas implementaciones posibles de aparatos y métodos en una realización ilustrativa. A este respecto, cada bloque en los diagramas de flujo o diagramas de bloques puede representar un módulo, un segmento, una función, y/o una porción de una operación o etapa.

15 En algunas implementaciones alternativas de una realización ilustrativa, la función o funciones anotadas en los bloques pueden ocurrir fuera del orden anotado en las figuras. Por ejemplo, en algunos casos, dos bloques que se muestran en sucesión pueden ejecutarse de manera sustancialmente concurrente, o los bloques algunas veces se pueden realizar en el orden inverso, dependiendo de la funcionalidad involucrada. También, se pueden agregar otros bloques además de los bloques ilustrados en un diagrama de flujo o diagrama de bloques.

20 La descripción de las diferentes realizaciones ilustrativas se ha presentado con propósitos de ilustración y descripción, y no está prevista para ser exhaustiva o limitada a las realizaciones en la forma divulgada. Muchas modificaciones y variaciones serán evidentes para los experimentados normales en la técnica. Adicionalmente, diferentes realizaciones ilustrativas pueden proporcionar diferentes rasgos en comparación con otras realizaciones deseables. La realización o realizaciones seleccionadas se eligen y describen con el fin de explicar mejor los principios de las realizaciones, la aplicación práctica, y para permitir que otros experimentados normales en la técnica entiendan la divulgación de diversas realizaciones con diversas modificaciones como sean adecuadas para el particular uso contemplado.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato que comprende:
una pala (218) configurada para ser conectada a un distribuidor (214), estando el distribuidor en un sistema (208) de motor de rotor abierto;
- 5 un conductor (230) incorporado dentro de la pala (218); y
un sistema (228) de activación configurado para permitir que la energía (238) eléctrica fluya hacia el conductor (230) en respuesta a un evento (225) de pala no deseado de tal manera que el conductor (230) se vaporiza, de esa manera produciendo que la pala al menos se deslamine o fragmente.
- 10 2. El aparato de la reivindicación 1, en donde el evento (225) de pala no deseado comprende al menos uno de una separación de la pala (218) del distribuidor (214), una bifurcación de la pala (218) a lo largo de una longitud de la pala (218), y una separación de una porción de la pala (218) de un resto de la pala (218).
3. El aparato de cualquier reivindicación precedente, en donde la pala (218) está compuesta de una pluralidad de capas (222) de material compuesto y en donde el conductor (230) está incorporado dentro de la pluralidad de capas (222) de material compuesto.
- 15 4. El aparato de cualquier reivindicación precedente, en donde el sistema (228) de activación comprende:
un circuito (300) eléctrico, en donde se permite que la energía (238) eléctrica fluya hacia el conductor (230) cuando el circuito (300) eléctrico está cerrado.
5. El aparato de la reivindicación 4, en donde el circuito (300) eléctrico comprende:
20 un banco (302) de condensadores configurado para almacenar la energía (238) eléctrica que se libera en el conductor (230);
un conmutador (304) configurado para cerrar el circuito (300) eléctrico en respuesta al evento (225) de pala no deseado de tal manera que la energía (238) eléctrica almacenada en el banco (302) de condensadores se descarga en el conductor (230); y,
en donde el banco (302) de condensadores está unido a una porción giratoria del distribuidor (214).
- 25 6. El aparato de la reivindicación 5, en donde el banco (302) de condensadores se carga usando un número de anillos (240) rozantes conectados a una fuente (242) de alimentación ubicada dentro del sistema (208) de motor de rotor abierto.
7. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 5-6, en donde el sistema (228) de activación comprende además:
un activador (306) configurado para cerrar el conmutador (304) en respuesta al evento (225) de pala no deseado;
- 30 en donde el activador (306) comprende un número de elementos (310) activadores; y,
en donde el conmutador (304) es un conmutador (312) solenoide.
8. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 5-7, en donde el conmutador (304) es un conmutador (314) cargado por resorte que comprende:
un primer contacto (316) cargado por resorte;
- 35 un segundo contacto (318) cargado por resorte; y
un aislador (320) ubicado entre el primer contacto (316) cargado por resorte y el segundo contacto (318) cargado por resorte, en donde el aislador (320) separa el primer contacto (316) cargado por resorte del segundo contacto (318) cargado por resorte y en donde mover el aislador (320) permite que el primer contacto (316) cargado por resorte entre en contacto con el segundo contacto (318) cargado por resorte y cierre el circuito (300) eléctrico.
- 40 9. El aparato de cualquier reivindicación precedente, en donde la pala (218) está compuesta de capas (220) y donde el conductor (230) es un alambre enrollado alrededor de una porción de las capas (220) que forman la pala.
10. El aparato de cualquier reivindicación precedente, en donde el conductor (230) está compuesto de un número de elementos (232) conductores conectados entre sí.
11. Un método que comprende:
- 45 detectar (700) una ocurrencia de un evento (225) de pala no deseado en un sistema (208) de motor de rotor abierto;

permitir (702) que la energía (238) eléctrica fluya hacia un conductor (230) incorporado en una pala (218) en respuesta a la detección del evento (225) de pala no deseado; y

5 vaporizar (704) el conductor (230) cuando la energía (238) eléctrica que fluye a través del conductor (230) calienta el conductor a una temperatura por encima de un umbral seleccionado, de esa manera produciendo que la pala al menos se deslamine o fragmente.

12. El método de la reivindicación 11 que comprende además:

desintegrar la pala (218) por al menos uno de deslaminar la pala (218) y fragmentar la pala (218) en respuesta a la vaporización de conductor (230).

10 13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 11-12, en donde permitir que la energía (238) eléctrica fluya hacia el conductor (230) incorporado en la pala (218) comprende:

cerrar un circuito (300) eléctrico de tal manera que la energía eléctrica almacenada (238) en un banco (302) de condensadores en el circuito (300) eléctrico se descargue en el conductor (230).

15 14. El método de la reivindicación 13, en donde cerrar el circuito (300) eléctrico de tal manera que la energía (238) eléctrica almacenada en el banco (302) de condensadores en el circuito (300) eléctrico se descargue en el conductor (230) comprende:

cerrar un conmutador (304) en el circuito (300) eléctrico en respuesta al evento (255) de pala no deseado, en donde cerrar el conmutador (304) cierra el circuito (300) eléctrico.

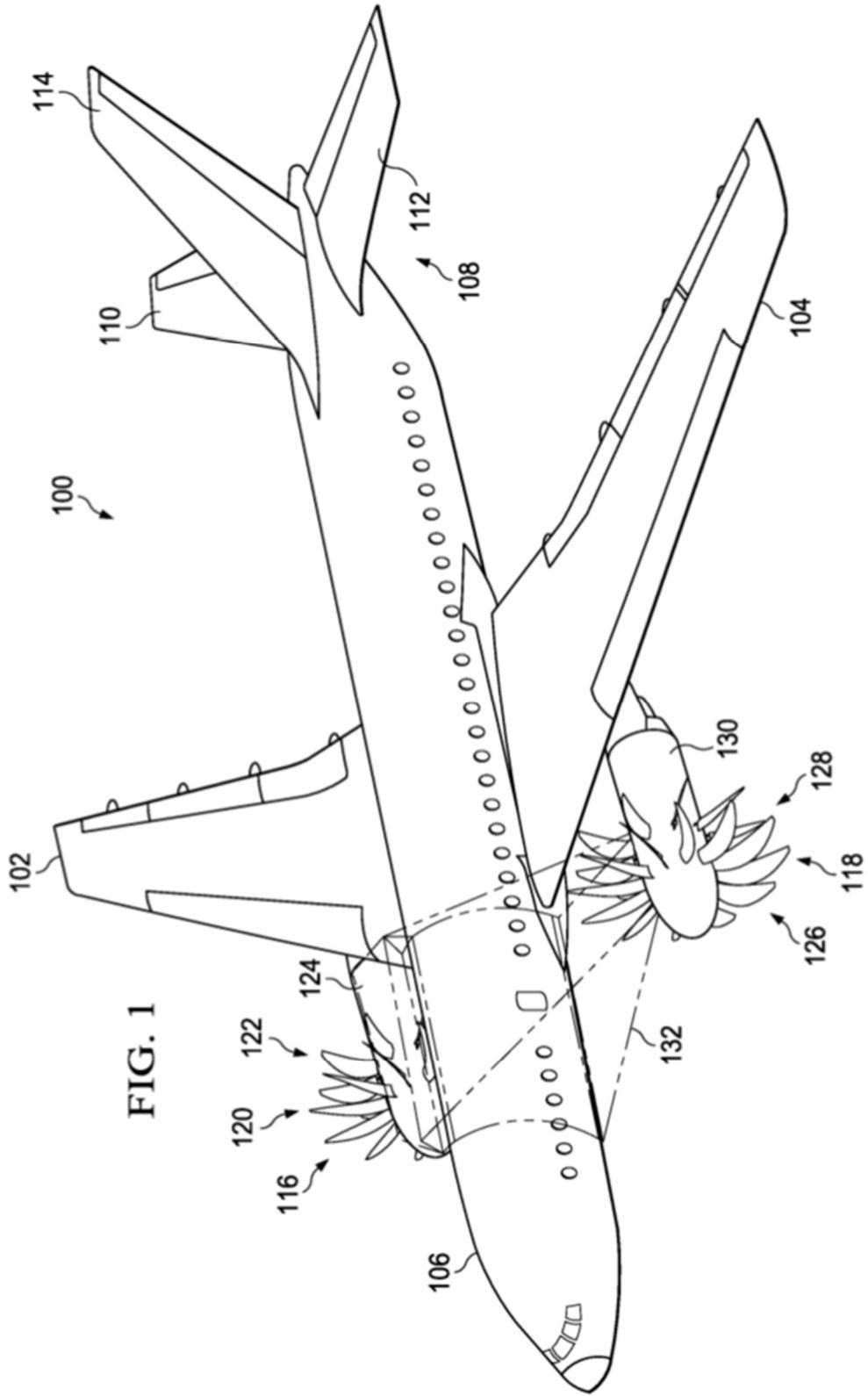
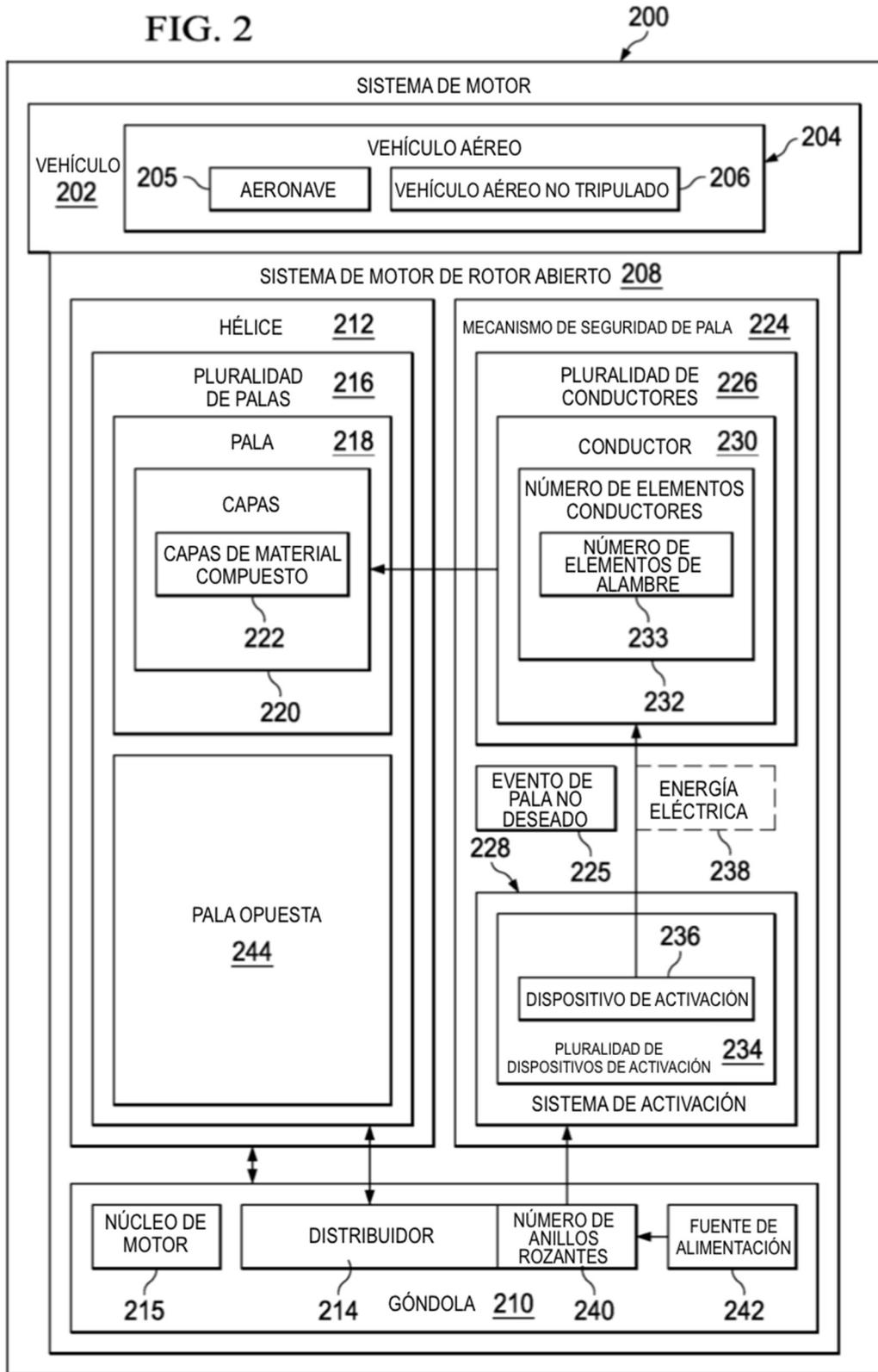


FIG. 1

FIG. 2



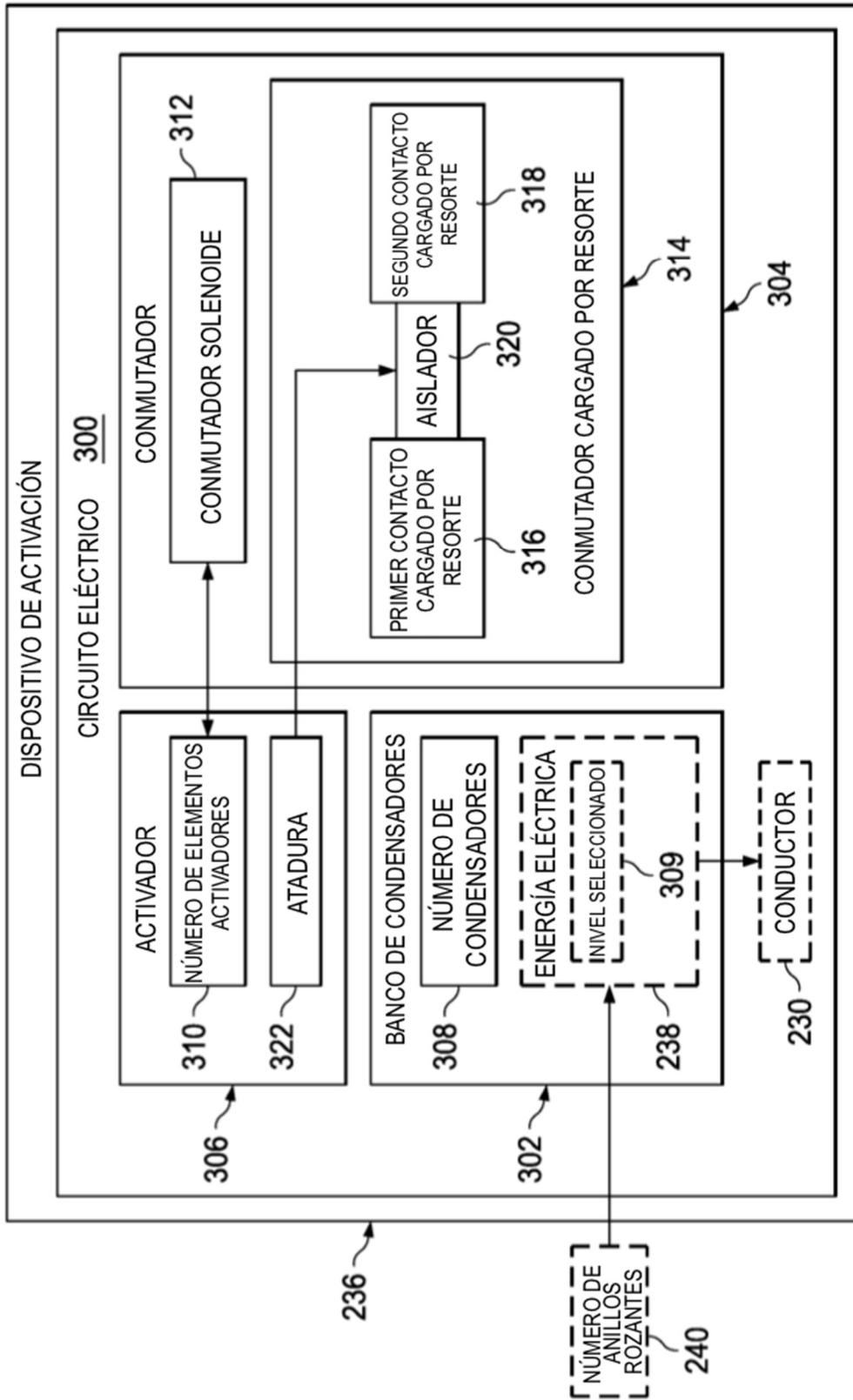


FIG. 3

FIG. 4

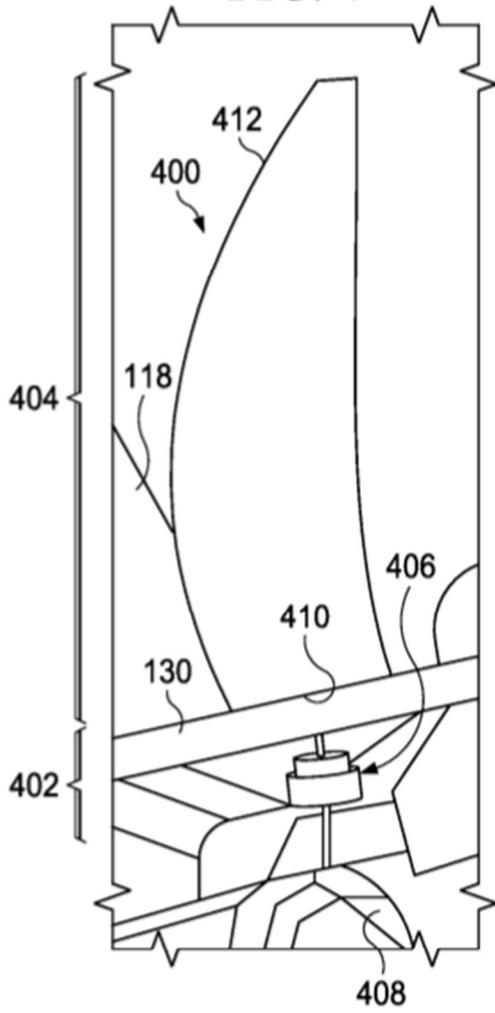
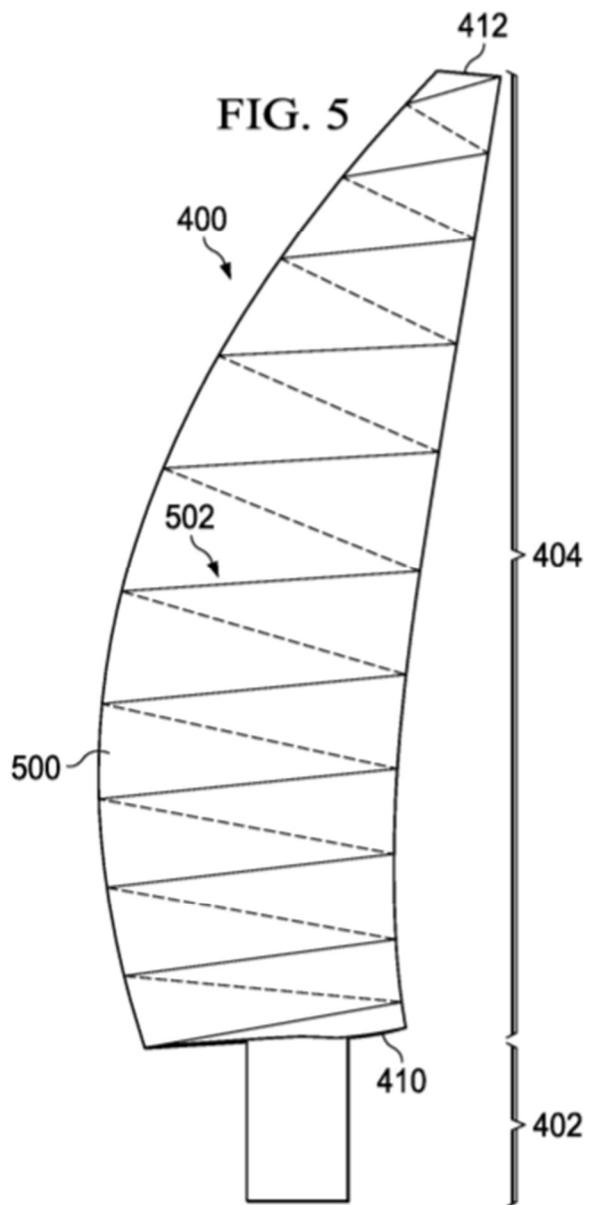


FIG. 5



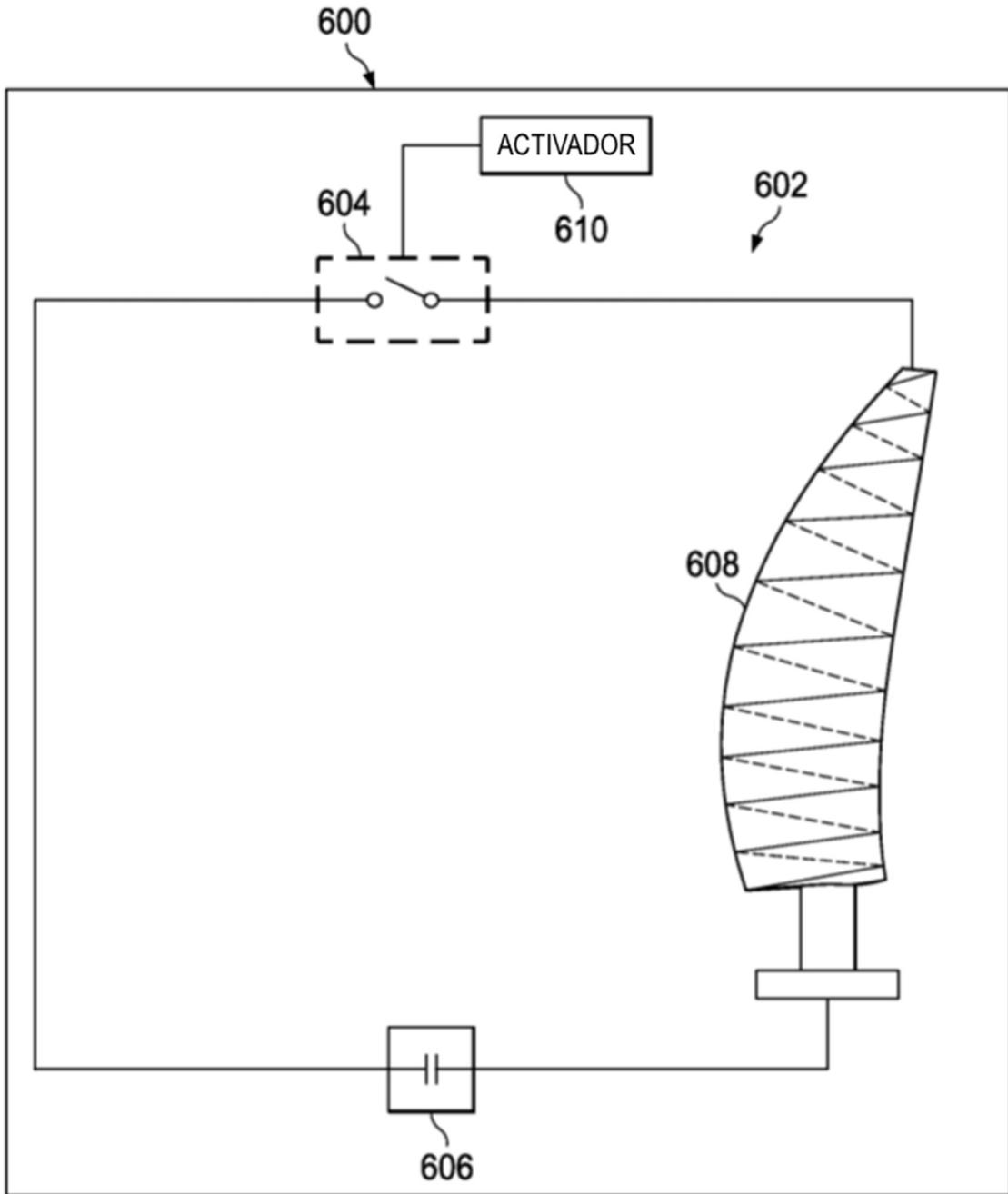


FIG. 6

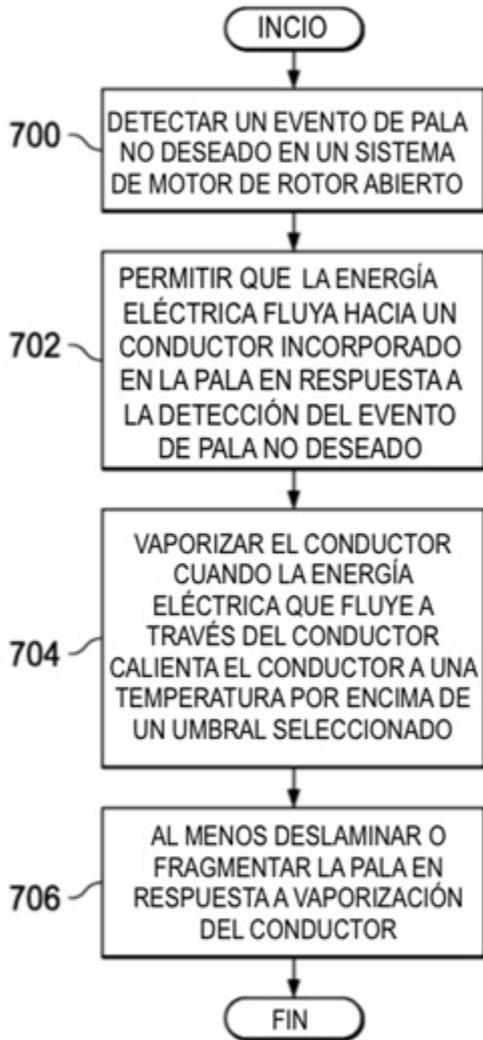


FIG. 7

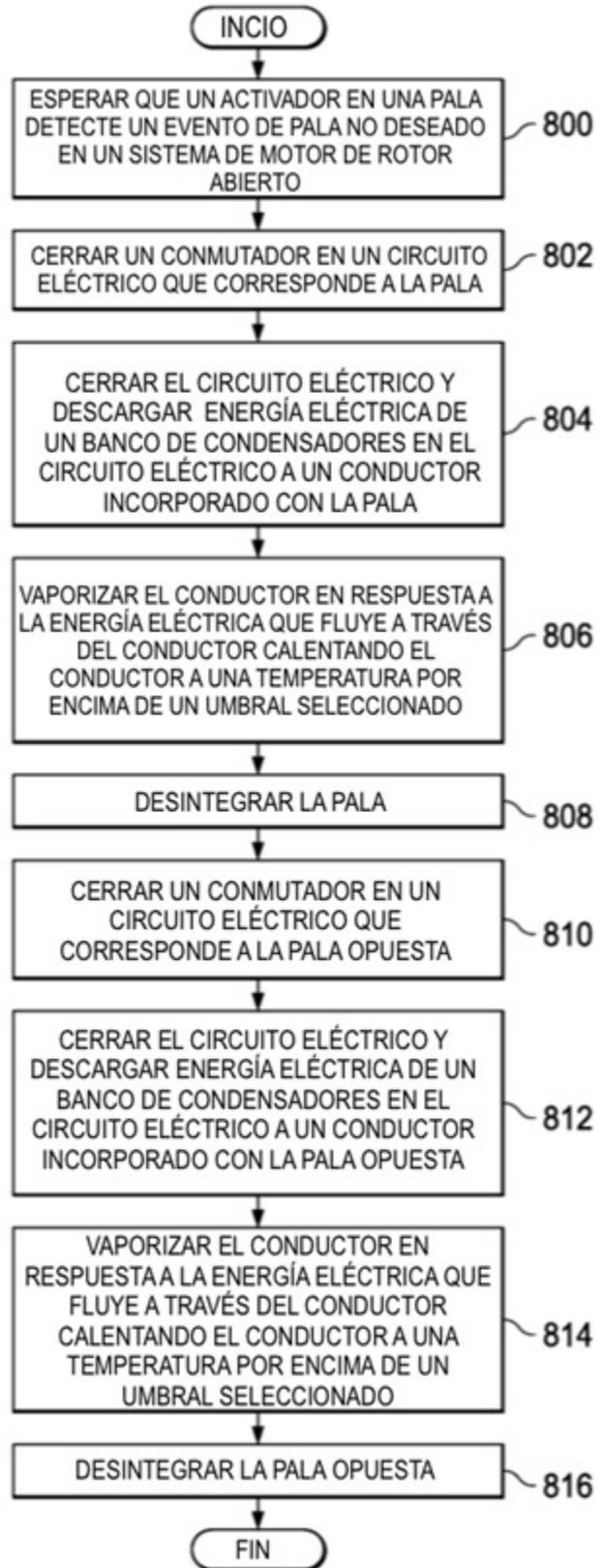


FIG. 8

