

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 918 514**

51 Int. Cl.:

B64C 27/30 (2006.01)
B64C 27/48 (2006.01)
B64C 27/24 (2006.01)
B64C 27/26 (2006.01)
B64C 29/00 (2006.01)
B64C 27/82 (2006.01)
H01F 7/02 (2006.01)
H02K 49/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.11.2017 PCT/US2017/060335**
87 Fecha y número de publicación internacional: **14.06.2018 WO18106382**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2017 E 17879460 (8)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2022 EP 3551535**

54 Título: **Mecanismo de bloqueo de posición de ventilador de sustentación**

30 Prioridad:

07.12.2016 US 201615372125

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.07.2022

73 Titular/es:

**WISK AERO LLC (100.0%)
2700 Broderick Way
Mountain View, CA 94043, US**

72 Inventor/es:

**MOORE, ROBERT, WAYNE y
LONG, GEOFFREY, ALAN**

74 Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 2 918 514 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 bloqueo de posición de ventilador de sustentación

5 **ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN**

[0001] Los ventiladores de sustentación y otros rotores, denominados colectivamente en la presente memoria "ventiladores de sustentación", se pueden usar para proporcionar sustentación a aeronaves multirrotores tripuladas o no tripuladas, como por ejemplo aeronaves personales y drones. Las aeronaves de modo de vuelo mixto pueden utilizar ventiladores de sustentación para proporcionar sustentación en un modo de vuelo vertical, por ejemplo, para despegar, mantenerse estacionarias en el aire o aterrizar. Dicha aeronave puede realizar una transición, después del despegue, a un modo de vuelo hacia adelante en el que se pueden usar una o más hélices de vuelo hacia adelante para propulsar la aeronave a través del aire. La sustentación puede ser generada en el modo de vuelo hacia adelante por una o más alas que la aeronave comprende.

[0002] En el modo de vuelo hacia adelante, a menos que estén bloqueados, los ventiladores de sustentación pueden generar resistencia y/u otras fuerzas indeseables. Puede que no sea práctico utilizar mecanismos convencionales para bloquear los rotores de los ventiladores de sustentación, por ejemplo, debido a consideraciones de peso, incertidumbre en cuanto a la posición del rotor cuando la aeronave realiza una transición al vuelo hacia adelante y/u otras consideraciones.

[0003] En la patente estadounidense n.º 2014/076671 se describe un freno de motor, el cual incluye un accionador fijado a un eje de motor y que incluye orejetas periféricas espaciadas que incluyen un elemento que las atraviesa. Una placa fija incluye retenes espaciados y una salida alrededor del accionador tiene una bola espaciada que los elementos de orejeta del accionador pueden empujar, de forma liberable, hacia los retenes de la placa fija. La salida tiene canales para las orejetas del accionador para impulsar la salida con el accionador cuando los elementos de las orejetas del accionador liberan las bolas espaciadas de salida de los retenes de la placa fija.

[0004] En la patente alemana n.º 19900453 se describe un embrague de rueda libre bidireccional controlado electromagnéticamente para la conexión selectiva de una primera pieza giratoria con una segunda pieza giratoria que tiene al menos un soporte de embrague que está conectado a la primera pieza giratoria y está ubicado de forma que pivota entre dos posiciones de funcionamiento. El soporte o los soportes comprenden al menos un imán permanente. Una bobina de excitación eléctrica genera un campo magnético cerca del soporte o soportes del embrague, teniendo el campo una polaridad positiva o negativa en función de la dirección de la corriente a través de la bobina. El soporte puede pivotar a una posición de funcionamiento cuando el campo es positivo y a la otra posición cuando el campo es negativo. Una pieza de reacción está conectada a la segunda pieza giratoria para funcionar selectivamente con el soporte o los soportes del embrague.

[0005] En la patente estadounidense n.º 2016/031555 se describe un vehículo aéreo adaptado para el despegue y aterrizaje vertical que utiliza un conjunto de elementos de producción de empuje montados en las alas y un conjunto de rotores montados en la cola para el despegue y el aterrizaje. Un vehículo aéreo que está adaptado al despegue vertical con los rotores en una posición de despegue girada realiza después una transición a una trayectoria de vuelo horizontal, girando los rotores a una configuración horizontal típica. El vehículo aéreo utiliza diferentes configuraciones de sus rotores y hélices montados en las alas para reducir la resistencia en todos los modos de vuelo.

[0006] En la patente británica n.º 499.632 se describe un medio para variar el área de apoyo de un ala en vuelo o en otras circunstancias.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0007] En la siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos se describen diversas realizaciones de la invención.

La Figura 1 es un diagrama de bloques en el que se ilustra una realización de un multicoptero.

La Figura 2A es un diagrama de bloques en el que se ilustra una vista en perspectiva de una realización de una parte de anillo estacionario de un mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación.

La Figura 2B es un diagrama de bloques en el que se ilustran las vistas superior y lateral de una realización de una parte de anillo estacionario de un mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación.

La Figura 3A es un diagrama de bloques en el que se ilustra una vista en perspectiva de una realización de una parte de anillo estacionario de un mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación con conjuntos de imanes de rotor en una posición bloqueada de ventilador de sustentación.

La Figura 3B es un diagrama de bloques en el que se ilustra una vista en perspectiva de una realización de una parte de anillo estacionario de un mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación con conjuntos de imanes de rotor en una posición desbloqueada de ventilador de sustentación.

La Figura 4A es un diagrama de bloques en el que se ilustra una realización de un mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación en una configuración bloqueada.

La Figura 4B es un diagrama de bloques en el que se ilustra una realización de un mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación en un estado desbloqueado, pero no totalmente desacoplado.

La Figura 4C es un diagrama de bloques en el que se ilustra una realización de un mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación en un estado desbloqueado y completamente desacoplado.

La Figura 4D es un diagrama de bloques en el que se ilustra una realización de un mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación en una configuración bloqueada.

La Figura 5 es un diagrama de flujo en el que se ilustra una realización de un proceso para realizar una transición en un ventilador de sustentación desde un estado bloqueado a un estado desbloqueado.

La Figura 6 es un diagrama de flujo en el que se ilustra una realización de un proceso para realizar una transición en un ventilador de sustentación desde un estado desbloqueado a un estado bloqueado.

La Figura 7 es un diagrama de flujo en el que se ilustra una realización de un proceso para detener y bloquear un ventilador de sustentación.

La Figura 8 es un diagrama de bloques en el que se ilustra una realización de un sistema para controlar un ventilador de sustentación a través de secuencias de bloqueo/desbloqueo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0008] A continuación se proporciona una descripción detallada de una o más realizaciones de la invención, junto con las figuras adjuntas que ilustran los principios de la invención. La invención se describe en relación con dichas realizaciones, pero la invención no está limitada a ninguna realización. En la siguiente descripción se exponen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión exhaustiva de la invención. Estos detalles se proporcionan con fines ilustrativos y la invención se puede poner en práctica, de conformidad con las reivindicaciones, sin algunos o sin la totalidad de estos detalles específicos. En aras de la claridad, no se ha descrito en detalle el material técnico que se conoce en los campos técnicos relacionados con la invención con el fin de no oscurecer innecesariamente la invención.

[0009] Se describe un mecanismo de bloqueo de posición de ventilador de sustentación. El rotor de un ventilador de sustentación se mantiene en su sitio mediante un imán de rotor que está fijado al rotor y que, en la posición bloqueada, se acopla y se mantiene en su sitio magnéticamente mediante un imán estacionario correspondiente montado en una estructura estacionaria que no gira cuando el rotor del ventilador de sustentación gira, como por ejemplo un estator, una carcasa u otra estructura no giratoria. En algunas realizaciones, el imán estacionario está montado en una lengüeta que se extiende hacia adentro desde una estructura metálica u otra estructura anular. La estructura anular proporciona una superficie sobre la que puede deslizarse un conjunto que comprende el imán de rotor, por ejemplo, cuando el rotor se saca primero de la posición bloqueada aplicando un par de arranque a través de un motor asociado. En algunas realizaciones, a medida que aumenta la velocidad de rotación del rotor, se genera una fuerza centrífuga que hace que el imán del rotor gire alrededor de un eje de pivote a medida que se mueve hacia arriba y hacia el exterior, alejándose de la estructura anular.

[0010] En diversas realizaciones, se sigue una rutina o procedimiento de bloqueo del ventilador de sustentación para bloquear un ventilador de sustentación usando un mecanismo de bloqueo como se describe en la presente memoria. La velocidad del ventilador de sustentación se reduce, por ejemplo, al interrumpir la aplicación de par a través del motor del ventilador de sustentación y/o al aplicar un par de torsión que lo contrarreste. Se determina una posición del rotor del ventilador de sustentación con respecto a una posición bloqueada y se determina un estímulo eléctrico correspondiente asociado con provocar que el rotor del ventilador de sustentación gire al menos hasta la posición bloqueada y que se aplica al motor del ventilador de sustentación. En diversas realizaciones, se aplica un par menor que el par inicial necesario para sacar el rotor del ventilador de sustentación de la posición bloqueada. Durante la rutina de bloqueo, el imán de rotor puede ser atraído y puede bloquearse en una posición adyacente a un imán estacionario correspondiente, teniendo como resultado que el rotor se bloquee en su sitio.

[0011] En algunas realizaciones, se pueden usar dos pares de imanes (es decir, dos giratorios y dos estacionarios). En algunas de dichas realizaciones, los imanes giratorios y estacionarios pueden tener una polaridad magnética opuesta, de manera que un imán giratorio es atraído por un imán estacionario correspondiente de polaridad magnética opuesta, pero es repelido por un imán estacionario de la misma polaridad magnética. En algunas realizaciones, el uso de imanes de polaridad alternante tiene como consecuencia que el ventilador de sustentación se bloquee en una sola posición.

[0012] La Figura 1 es un diagrama de bloques en el que se ilustra una realización de un multicoptero. En varias realizaciones, se puede incluir un mecanismo de bloqueo de la posición del ventilador de sustentación como se describe en la presente memoria en un multicoptero, como se muestra en la Figura 1. En el ejemplo mostrado, la aeronave 100 incluye un fuselaje (cuerpo) 102 y alas 104. Un conjunto de tres brazos debajo de las alas 106 se proporciona debajo de cada ala. Cada brazo 106 tiene dos ventiladores de sustentación 108 montados sobre el mismo, uno por delante del ala y otro por detrás. Cada ventilador de sustentación 108 puede ser accionado por un mecanismo de accionamiento asociado, como por ejemplo un motor eléctrico exclusivo. Se pueden usar una o más baterías (no mostradas) y/o generadores de energía a bordo (por ejemplo, una pequeña turbina de gas) para impulsar los ventiladores de sustentación 108 y/o cargar/recargar las baterías a bordo.

5 [0013] En diversas realizaciones, cada brazo 106 se puede colocar en un ángulo con respecto a un eje vertical de la aeronave de tal manera que los ventiladores de sustentación 108 se monten en los mismos en un ángulo asociado. El ángulo puede determinarse, al menos en parte, para satisfacer los objetivos de diseño y/o las restricciones asociadas, como por ejemplo para proporcionar control de guiñada y/o evitar que el plano de rotación de cualquier ventilador de sustentación se cruce con una parte del fuselaje 102 ocupada por personas o que sea crítica por otros motivos.

10 [0014] En el ejemplo mostrado en la Figura 1, una hélice 110 está montada en el fuselaje 102 y configurada para impulsar la aeronave a través del aire en dirección hacia adelante (por ejemplo, en el eje x) cuando se encuentra en un modo de vuelo hacia adelante. La hélice 110 está posicionada entre un par de conjuntos de cola 112 que se extienden en la parte trasera y están unidos en su extremo trasero por una estructura de cola sobre la que están montadas superficies de control aerodinámico que incluyen elevadores 116 y timones 118. En varias realizaciones, cada uno de los brazos internos 106 forma, al menos en parte, una parte integral del correspondiente conjunto de cola lateral de babor/estribor 112. En algunas realizaciones, los conjuntos de cola 112 comprenden extensiones traseras de los respectivos brazos internos 106. Por ejemplo, los conjuntos de cola 112 pueden formarse como parte o sujetarse (por ejemplo, mediante tornillos) a un extremo trasero del brazo interior correspondiente 106. Las superficies de control adicionales incluyen alerones 114 montados en el borde posterior de las alas 104.

20 [0015] En varias realizaciones, los ventiladores de sustentación 108 pueden usarse para proporcionar sustentación y permitir que el multicoptero 100 despegue, se mantenga estacionario en el aire y/o aterrice verticalmente (o dentro de una distancia horizontal corta) en un modo de vuelo vertical. El multicoptero 100 puede configurarse para usar ventiladores de sustentación 108 para despegar verticalmente, por ejemplo, y luego realizar una transición a un modo de vuelo hacia adelante en el que la hélice 110 empuja la aeronave a través del aire y las alas 104 proporcionan sustentación. En el modo de vuelo hacia adelante, en varias realizaciones, se usa un mecanismo de bloqueo del ventilador de sustentación, como se describe en la presente memoria, para bloquear los ventiladores de sustentación 108 en una posición bloqueada. En algunas realizaciones, la posición bloqueada puede ser una posición de resistencia baja (o relativamente baja). Por ejemplo, en algunas realizaciones, los ventiladores de sustentación 108 pueden bloquearse en una posición como se muestra en la Figura 1, en la que las respectivas aspas de cada ventilador de sustentación (de las cuales hay dos por ventilador de sustentación en este ejemplo) están sustancialmente alineadas con un eje longitudinal de proa a popa de la aeronave 100 o de los brazos 106 o de los dos. Para configuraciones de aeronaves diferentes a la de la aeronave 100 de la Figura 1 y/o ventiladores de sustentación que tienen un número y/o una configuración de aspas diferentes a los de los ventiladores de sustentación 108 de la Figura 1, se pueden usar los mecanismos de bloqueo descritos en la presente memoria para bloquear los ventiladores de sustentación en una posición de resistencia baja o relativamente baja diferente a la del ejemplo mostrado en la Figura 1.

40 [0016] Se describe un mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación. En varias realizaciones, puede usarse un mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación, tal y como se describe en la presente memoria, para bloquear y mantener un ventilador de sustentación en una posición de baja resistencia u otra posición replegada, por ejemplo, durante el vuelo hacia adelante. En varias realizaciones, un dispositivo de bloqueo de ventilador de sustentación, como se describe en la presente memoria, puede incluir un anillo estacionario que está montado de forma fija en la aeronave, por ejemplo, atornillado o asegurado de otro modo a un estator, carcasa u otra parte no giratoria de un conjunto de ventilador de sustentación.

50 [0017] En algunas realizaciones, un conjunto de ventilador de sustentación, como los ventiladores de sustentación 108 de la Figura 1, puede incluir un rotor de ventilador de sustentación superior y una cubeta o carcasa giratoria inferior entre los cuales se intercala un estator, un circuito de control y otros elementos estacionarios que no giran. El rotor de ventilador de sustentación superior y la cubeta giratoria inferior pueden fijarse a un eje que atraviesa el estator, pero no está fijado al mismo. El rotor de ventilador de sustentación superior y la cubeta giratoria inferior pueden comprender elementos de rotor de un motor de corriente continua sin escobillas, sustancialmente plano, que se utiliza para impulsar el ventilador de sustentación. Los elementos del rotor pueden tener imanes fijados y/o integrados en los mismos. Se suministra corriente al estator de una manera prescrita para hacer que los elementos del rotor giren.

60 [0018] En varias realizaciones, uno o más conjuntos de imanes de rotor que comprenden un mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación, tal y como se describe en la presente memoria, están fijados a cada elemento del rotor. Los imanes estacionarios correspondientes se fijan directa o indirectamente a un elemento estacionario no giratorio, por ejemplo, el estator, la carcasa del motor/ventilador de sustentación, etc. En la posición bloqueada, el imán del conjunto de imán giratorio es atraído magnéticamente a una posición acoplada con un imán estacionario correspondiente de polaridad magnética opuesta. Las fuerzas magnéticas entre los imanes giratorios respectivos y cada imán estacionario correspondiente mantienen al ventilador de sustentación en su sitio, es decir, impiden la rotación, a menos que el motor del ventilador de sustentación aplique un par suficiente. El par requerido para liberarse de la posición bloqueada se denomina a veces en la presente memoria el par de "liberación".

[0019] La Figura 2A es un diagrama de bloques en el que se ilustra una vista en perspectiva de una realización de una parte de anillo estacionario de un mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación. En el ejemplo mostrado, la parte de anillo estacionario 200 de un mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación comprende un anillo de metal anular 202 que tiene una superficie superior (o superficie de arriba, como se muestra) y una superficie inferior. En el ejemplo mostrado, el anillo 202 comprende un anillo sustancialmente plano. En algunas realizaciones alternativas, pueden usarse anillos que tengan otras formas (por ejemplo, anillo cónico) y/o características (por ejemplo, diámetro interior/exterior, material, grosor, etc.). El anillo 202 tiene muescas o retenes 204 y 206 formados en el mismo en una superficie deslizante del anillo 202. En algunas realizaciones, las muescas 204 y 206 son muescas en forma de V en las que se puede recibir y sostener una parte rígida de tope de un conjunto de imanes giratorios, como por ejemplo una bola, un cilindro, un pasador u otra estructura, cuando el ventilador de sustentación se encuentra en una posición bloqueada. En varias realizaciones, se puede usar una combinación de una o más de las siguientes fuerzas: fuerza magnética, fuerza de resorte (por ejemplo, de un resorte de torsión helicoidal u otro resorte) y fuerza de fricción (por ejemplo, de la estructura de tope contra la superficie de retención) para sujetar el conjunto de imanes giratorios en su sitio cuando el ventilador de sustentación está en la posición bloqueada.

[0020] Por lo que respecta también a la Figura 2A, cada una de las muescas 204 y 206 tiene asociada una parte de lengüeta de metal (u otro material) 208 y 212 sobre la que se monta un imán estacionario 210 y 214. En varias realizaciones, los imanes 210 y 214 pueden tener una polaridad opuesta. Como resultado, solo uno de los dos conjuntos de imanes giratorios puede ser atraído por la fuerza magnética a uno de los imanes 210 y 214 determinados, y el otro conjunto de imanes giratorios será rechazado. Las diferentes polaridades en algunas realizaciones tienen como resultado que el mecanismo de bloqueo del ventilador de sustentación solo bloquee el ventilador de sustentación en una sola posición de bloqueo, es decir, una en la que cada conjunto de imanes giratorios se acopla con un imán estacionario correspondiente de polaridad opuesta (y estructuras asociadas, como por ejemplo la muesca asociada 204 o 206).

[0021] La Figura 2B es un diagrama de bloques en el que se ilustran las vistas superior y lateral de una realización de una parte de anillo estacionario de un mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación. En el ejemplo mostrado, se puede observar que la parte de anillo estacionario 200 de la Figura 2A incluye estructuras de muesca 204 y 206, lengüeta 208 y 212 e imán 210 y 214 en lados diametralmente opuestos del anillo 202. Se puede observar que las muescas 204 y 206 y las lengüetas 208 y 212 incluyen material que se extiende por debajo de una superficie inferior del anillo 202, por ejemplo, para proporcionar resistencia mecánica y soporte.

[0022] En algunas realizaciones, se puede integrar un inserto fabricado con Teflon™ u otro material duradero con las muescas (204 y 206) para reducir el desgaste asociado con las operaciones de bloqueo y desbloqueo, durante las cuales el conjunto de imanes giratorios puede deslizarse hacia dentro y/o hacia afuera de las muescas (204 y 206), lo que potencialmente podría causar un desgaste excesivo.

[0023] La Figura 3A es un diagrama de bloques en el que se ilustra una vista en perspectiva de una realización de una parte de anillo estacionario de un mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación con conjuntos de imanes de rotor en una posición bloqueada de ventilador de sustentación. En el ejemplo mostrado, los conjuntos de imanes giratorios 302 y 304 se muestran en una posición bloqueada en la que los imanes en la parte inferior de los conjuntos de imanes giratorios 302 y 304 (no mostrados en la Figura 3A) se acoplan física y magnéticamente con los imanes correspondientes 210 y 214 de las Figuras 2A y 2B y las estructuras físicas de tope en la parte inferior de los conjuntos de imanes giratorios 302 y 304 (no mostradas en la Figura 3A) se acoplan física y mecánicamente con las correspondientes muescas 204 y 206 de las Figuras 2A y 2B.

[0024] En el ejemplo mostrado, los conjuntos de imanes giratorios 302 y 304 tienen pasadores que atraviesan partes de los conjuntos de imanes giratorios 302 y 304 y que se extienden hacia afuera desde y más allá del anillo 202. En varias realizaciones, los conjuntos de imanes giratorios 302 y 304 pueden acoplarse a un elemento giratorio de un conjunto de ventilador de sustentación asociado de tal manera que los pasadores respectivos permanecen en una posición fija en relación con el elemento giratorio del conjunto de ventilador de sustentación y los conjuntos de imanes giratorios 302 y 304 permanecen libres para girar alrededor de su pasador asociado, permitiendo que las partes de imán y tope (no mostradas en la Figura 3A) giren hacia arriba, alejándose de la superficie superior del anillo 202, por ejemplo, durante y después de una secuencia u operación de desbloqueo y/o durante el funcionamiento normal del ventilador de sustentación cuando no está bloqueado.

[0025] La Figura 3B es un diagrama de bloques en el que se ilustra una vista en perspectiva de una realización de una parte de anillo estacionario de un mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación con conjuntos de imanes de rotor en una posición desbloqueada del ventilador de sustentación. En el ejemplo mostrado, se ha aplicado un par de torsión a un elemento giratorio 306 de un conjunto de ventilador de sustentación para hacer que los conjuntos de imanes giratorios 302 y 304 se liberen de las posiciones bloqueadas en las que se habían mantenido, permitiendo que el elemento giratorio 306 gire en el sentido de las agujas del reloj (como se muestra), tal y como indican las flechas grandes adyacentes a los conjuntos de imanes giratorios 302 y 304.

[0026] En algunas realizaciones, el par que el motor necesita aplicar para salir de la orientación bloqueada es de

aproximadamente +/- 20 N*m. La capacidad de par máximo del motor es de aproximadamente +/- 150 N*m. El par aerodinámico esperado cuando el ventilador no está en uso y cuando está en la posición bloqueada (es decir, el par asociado con las fuerzas aerodinámicas que actúan sobre las superficies del ventilador de sustentación mientras está en la posición bloqueada) es de aproximadamente +/- 5 N*m. La velocidad máxima del motor es de aproximadamente 3500 rpm. La velocidad necesaria para evitar que el mecanismo golpee el retén es de aproximadamente 500 rpm. Durante un funcionamiento normal, cuando el ventilador de sustentación debe permanecer en la posición desbloqueada, el sistema de control de vuelo utilizará pares de +150 N*m a -150 N*m, pero el ventilador de sustentación permanece por encima de las 500 rpm y, como resultado, la parte o las partes giratorias del mecanismo de bloqueo entran en contacto/no entran en contacto con la parte o las partes estacionarias. En otras realizaciones, dependiendo de los requisitos de diseño, el par requerido para el desbloqueo y/o la velocidad por debajo de la cual puede producirse el contacto con la parte o las partes estacionarias del mecanismo de bloqueo y/o el bloqueo no intencionado pueden ser diferentes a los valores mencionados anteriormente.

[0027] En varias realizaciones, cuando se aplica al elemento giratorio 306 un par de torsión suficiente para liberarse de la posición bloqueada, los conjuntos de imanes giratorios 302 y 304 se liberan de las posiciones bloqueadas correspondientes en las que habían sido retenidos por las fuerzas magnéticas y mecánicas descritas anteriormente. Inicialmente, el tope u otra estructura rígida en la parte inferior de los conjuntos de imanes giratorios 302 y 304 puede montarse o deslizarse a lo largo de la superficie superior del anillo estacionario 202 hasta que el elemento giratorio 306 gira a una velocidad de rotación suficiente para que los conjuntos de imanes giratorios 302 y 304 giren hacia arriba y se alejen del anillo estacionario 202 como resultado de la fuerza centrífuga que hace que cada uno gire alrededor de su estructura de pasador (u otro eje de rotación) a medida que el elemento giratorio 306 continúa girando. En algunas realizaciones, el tope u otra estructura salta sobre las muescas 204 y 206 o puede deslizarse un poco hacia el interior de las muescas 204 y 206, pero a una velocidad suficiente y/o con un par de torsión suficiente para que la estructura de imanes giratorios no quede acoplada ni bloqueada en la posición bloqueada y en su lugar continúe a través de la muesca (204 y 206) y las estructuras asociadas de lengüeta/imán (208/210 y 212/214) y/o pase más allá de las mismas.

[0028] La Figura 4A es un diagrama de bloques en el que se ilustra una realización de un mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación en una configuración bloqueada. En el ejemplo mostrado, se muestra el conjunto de imanes giratorios 400 que comprende un mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación en vistas de sección transversal frontal y lateral. Se muestra que el conjunto de imanes giratorios 400 incluye un brazo 404 integrado con una parte de tope mecánica sustancialmente cilíndrica 406 unida a una parte de soporte 408 mediante un pasador 410, de modo que el brazo 404 y el tope 406 pueden girar con respecto a la parte de soporte 408 alrededor de un eje longitudinal del pasador 410 (saliendo de la página como se muestra). Se muestra que el soporte 406 está montado de manera fija al elemento giratorio 306 del ventilador de sustentación. En algunas realizaciones, se puede proporcionar un elemento de resorte (no mostrado en la Figura 4A), como por ejemplo un resorte helicoidal u otro resorte de torsión configurado para aplicar una fuerza de resorte de torsión en sentido contrario a las agujas del reloj alrededor del eje longitudinal del pasador 410, el cual tiende a sujetar el conjunto de imanes giratorios 400 en la posición que se muestra.

[0029] En el ejemplo mostrado, en la posición bloqueada una fuerza magnética entre el imán 412 fijado a la parte inferior del brazo 404 y el imán 214 fijado a la lengüeta estacionaria 212 del anillo estacionario 202 tiende a mantener el conjunto de imanes giratorios 400 en la posición bloqueada, como se muestra en la Figura 4A, en la que el tope 406 está asentado en la muesca 206 en el anillo 202. Las fuerzas del imán y del resorte descritas anteriormente tienen como consecuencia que se aplique una fuerza normal al tope 406, lo que da como resultado una fuerza que tiende a evitar que el tope 406 se deslice hacia arriba y hacia afuera de la muesca 206.

[0030] La Figura 4B es un diagrama de bloques en el que se ilustra una realización de un mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación en un estado desbloqueado, pero no completamente desacoplado. En el ejemplo mostrado, se ha aplicado una fuerza motriz F_m al elemento giratorio 306. En algunas realizaciones, el elemento giratorio 306 puede incluir integralmente y/o puede estar unido de forma fija a una parte del rotor de un motor sin escobillas previsto para accionar el ventilador de sustentación. En la posición mostrada en la Figura 4B, se ha aplicado suficiente torsión para hacer que el conjunto de imanes giratorios 400 se libere y comience a deslizarse alejándose de la muesca 206 y el imán 214, como en el ejemplo mostrado en la Figura 3B (véase, por ejemplo, el conjunto de imanes giratorios 304).

[0031] En el ejemplo mostrado en la Figura 4B, la parte de tope mecánico 406 se extiende por debajo del brazo 404 en un ángulo hacia abajo en relación con el brazo 404, de modo que cuando el conjunto de imanes giratorios 400 está en la posición que se muestra en la Figura 4B, en la que el tope 406 se monta en la superficie superior del anillo estacionario 202, el imán 412 se mantiene en un ángulo hacia arriba y lejos del anillo 202, la lengüeta 212 y el imán 214. En algunas realizaciones, esta configuración reduce además la proximidad de al menos una parte sustancial del imán 412 al imán 214, y orienta los campos magnéticos respectivos de tal manera entre sí, lo que resulta en una menor atracción del imán experimentada por el conjunto de imanes giratorios 400 a medida que gira alrededor del anillo 202 en la posición mostrada en la Figura 4B.

[0032] En la posición mostrada en la Figura 4B, la parte de tope mecánico 406 se muestra acoplada a la superficie superior del anillo estacionario 202 y montada sobre la misma. En el estado y la posición que se muestran en la Figura 4B, una fuerza centrífuga F_{c1} es experimentada por el conjunto de imanes giratorios 400, pero aún no tiene la magnitud suficiente para hacer que el brazo 404 gire más alrededor del eje longitudinal del pasador 410 (o más precisamente, el eje longitudinal del orificio u orificios en el soporte 408 a través del cual se extiende el pasador 410). Como se muestra, la fuerza F_{c1} tiene como resultado un momento proporcional al brazo de momento/distancia $d1$. En varias realizaciones, a medida que aumenta la velocidad de rotación del elemento giratorio 306, la magnitud de la fuerza centrífuga aumenta hasta un valor tal que el momento resultante es suficiente para comenzar a hacer que el brazo 404 gire más alrededor del pasador 410, lo que hace que la parte de tope 406 se desacople de la superficie del anillo estacionario 202.

[0033] La Figura 4C es un diagrama de bloques en el que se ilustra una realización de un mecanismo de bloqueo del ventilador de sustentación en un estado desbloqueado y completamente desacoplado. En el ejemplo mostrado, la fuerza centrífuga experimentada por el conjunto de imanes giratorios 400 se ha vuelto lo suficientemente fuerte como para hacer que el brazo 404 gire más alrededor del pasador 410, lo que tiene como resultado que el tope 406 se desacople del anillo estacionario 202 y que el imán 412 se aleje de los imanes estacionarios a medida que el elemento giratorio 306 continúa girando. En algunas realizaciones, se proporciona un tope mecánico para evitar que el brazo 404 gire más allá de un desplazamiento de diseño máximo con respecto al anillo estacionario 202.

[0034] En las Figuras 4A-4C se ilustra una secuencia de desbloqueo de realizaciones de un mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación como se describe en la presente memoria. En algunas realizaciones, una secuencia de bloqueo puede ilustrarse considerando las Figuras 4A-4C en orden inverso. Por ejemplo, en algunas realizaciones, una secuencia de bloqueo puede incluir la reducción del par aplicado a un elemento giratorio 306, lo que hace que la velocidad de rotación del elemento disminuya hasta un punto en el que la fuerza centrífuga aplicada al conjunto de imanes giratorios 400 se reduce a una magnitud menor que otras fuerzas que se aplican al conjunto de imanes giratorios 400, como la gravedad, un resorte de torsión como el descrito anteriormente, etc. Como resultado, el conjunto de imanes giratorios 400 puede girar desde la posición que se muestra en la Figura 4C a la posición que se muestra en la Figura 4B.

[0035] Fuerzas aerodinámicas y/o de otro tipo pueden hacer que el elemento giratorio 306 permanezca desbloqueado. En algunas realizaciones, se puede ejecutar una secuencia de bloqueo como se describe en la presente memoria para hacer que el ventilador de sustentación adopte y permanezca en la posición bloqueada, como se muestra en la Figura 4A.

[0036] La Figura 4D es un diagrama de bloques en el que se ilustra una realización de un mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación en una configuración bloqueada. En el ejemplo mostrado, un inserto 420 fabricado con Teflon™ u otro material duradero está integrado con la muesca 206 para reducir el desgaste asociado con las operaciones de bloqueo y desbloqueo, durante las cuales el conjunto de imanes giratorios 400 puede deslizarse hacia el interior y el exterior de la muesca 206, lo que potencialmente podría causar un desgaste excesivo.

[0037] La Figura 5 es un diagrama de flujo en el que se ilustra una realización de un proceso para realizar una transición en un ventilador de sustentación desde un estado bloqueado a un estado desbloqueado. En varias realizaciones, la rutina o secuencia de desbloqueo de la Figura 5 puede implementarse mediante un controlador u otro ordenador o procesador, como por ejemplo un ordenador o módulo de control de vuelo, un controlador de motor, etc. En el ejemplo mostrado, se recibe una indicación para girar y utilizar un ventilador de sustentación 502. Por ejemplo, se puede recibir un comando explícito para poner en marcha un ventilador de sustentación, o se puede recibir una indicación para despegar o para realizar una transición de un modo de vuelo hacia adelante a un modo de vuelo vertical. Se realiza una secuencia de arranque (desbloqueo) para liberar el rotor del ventilador de sustentación de la posición bloqueada 504. En algunas realizaciones, la secuencia de arranque incluye la aplicación de un par de torsión prescrito asociado con la liberación del rotor del ventilador de sustentación de la posición bloqueada al superar las fuerzas que, por diseño, tienden a mantener el ventilador de sustentación en la posición bloqueada, como por ejemplo las fuerzas magnéticas, de resorte y de fricción descritas anteriormente. Una vez que el rotor del ventilador de sustentación se ha liberado de la posición bloqueada, se aumenta el par hasta el nivel deseado, por ejemplo, un nivel asociado con la velocidad de rotación del ventilador de sustentación deseada, la fuerza de sustentación, etc.

[0038] La Figura 6 es un diagrama de flujo en el que se ilustra una realización de un proceso para realizar una transición en un ventilador de sustentación desde un estado desbloqueado a un estado bloqueado. En varias realizaciones, la rutina o secuencia de bloqueo de la Figura 6 puede implementarse mediante un controlador u otro ordenador o procesador, como por ejemplo un ordenador o módulo de control de vuelo, un controlador de motor, etc. En el ejemplo mostrado, se recibe una indicación para detener y bloquear un ventilador de sustentación 602. Por ejemplo, se puede recibir una indicación para detener y bloquear un ventilador de sustentación en relación con una transición de un modo de vuelo vertical a un modo de vuelo hacia adelante. Se permite que el rotor del ventilador de sustentación se mueva por inercia 604. Por ejemplo, el par aplicado utilizando un rotor de ventilador de sustentación puede reducirse a cero. Alternativamente, puede usarse el motor para aplicar una fuerza de frenado y reducir la velocidad del rotor del ventilador de sustentación. Finalmente, se realiza una secuencia de parada y bloqueo 606. Por

ejemplo, el rotor del ventilador de sustentación puede moverse por inercia al principio a una velocidad de rotación más baja y, finalmente, puede girar en rueda libre bajo la influencia de las fuerzas aerodinámicas aplicadas al rotor del ventilador de sustentación a medida que la aeronave se mueve por el aire. La secuencia de parada y bloqueo puede incluir la estimación de una posición del rotor del ventilador de sustentación, por ejemplo, en relación con los componentes estacionarios del mecanismo de bloqueo del ventilador de sustentación, y aplicar a un motor del ventilador de sustentación una secuencia de voltajes a niveles prescritos asociados con el accionamiento del motor desde la posición estimada a la posición bloqueada aplicando un par menor que el par de "liberación" asociado con la transición desde el estado bloqueado al estado desbloqueado. En algunas realizaciones, la realización de la secuencia de parada y bloqueo crea una oportunidad para que la atracción magnética entre el imán o los imanes giratorios y los imanes estacionarios correspondientes cause y mantenga el rotor del ventilador de sustentación en la posición bloqueada.

[0039] En algunas realizaciones, la secuencia de parada y bloqueo aumenta la probabilidad de que el rotor del ventilador de sustentación pase a través de la posición bloqueada en condiciones de par/velocidad modificables para que los conjuntos de imanes giratorios se acoplen a las estructuras estacionarias correspondientes, pero no garantiza necesariamente que el rotor del ventilador de sustentación sea llevado a la posición de bloqueo. Por ejemplo, las fuerzas aerodinámicas pueden superar la fuerza aplicada utilizando el rotor del ventilador de sustentación. En varias realizaciones, sin embargo, realizar la secuencia de parada y bloqueo hace que sea probable que el rotor del ventilador de sustentación en última instancia gire y permanezca en la posición bloqueada, ya sea en virtud de que el motor lo impulsa a la posición bloqueada o como resultado de otras fuerzas, como por ejemplo fuerzas aerodinámicas, que se aplican en condiciones favorables creadas al realizar la secuencia de parada y bloqueo.

[0040] La Figura 7 es un diagrama de flujo en el que se ilustra una realización de un proceso para detener y bloquear un ventilador de sustentación. En algunas realizaciones, puede usarse el proceso de la Figura 7 para implementar el paso 606 del proceso de la Figura 6. En el ejemplo mostrado, se estima un desplazamiento angular del rotor del ventilador de sustentación desde una posición bloqueada 702. En algunas realizaciones, el rotor del ventilador de sustentación es impulsado por un motor trifásico sin escobillas y no se proporciona un sensor de posición angular, por lo que en su lugar se estima la posición angular. En algunas realizaciones alternativas, la posición del rotor y/o el eje del motor se determina usando un sensor, y se usa la posición determinada como la posición de inicio de la secuencia de parada y bloqueo.

[0041] El motor completa un ciclo a través de al menos una rotación completa a un par menor que el par de "liberación" requerido para salir de la posición bloqueada 704. En algunas realizaciones, se aplica una secuencia de voltajes que serían suficientes para hacer que el ventilador de sustentación realice dos rotaciones completas. En algún momento durante la aplicación de dichos voltajes, se esperaría que el ventilador de sustentación llegara a la posición de bloqueo y se bloqueara. Cualquier par aplicado a través de la parte restante de la secuencia de voltajes sería menor que el par que se necesitaría para liberar al rotor de la posición bloqueada. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el motor comprende un motor trifásico sin escobillas. Se aplica una secuencia de voltajes de bucle abierto a cada una de las tres fases, de modo que el rotor tenderá a girar al menos una revolución. El voltaje de bucle abierto aplicado es de una amplitud tal que no producirá más par del necesario para salir de la posición bloqueada. Entonces, cuando el rotor pasa por la posición bloqueada en su rotación de bucle abierto, se bloquea y no abandona el bloqueo.

[0042] La Figura 8 es un diagrama de bloques en el que se ilustra una realización de un sistema para controlar un ventilador de sustentación a través de secuencias de bloqueo/desbloqueo. En varias realizaciones, el sistema de control del ventilador de sustentación 800 de la Figura 8 puede implementar uno o más de los procesos de las Figuras 5, 6 y 7. En el ejemplo mostrado, el sistema de control del ventilador de sustentación 800 incluye un controlador de motor 802 configurado para proporcionar señales de control 804 a un inversor 806 configurado para convertir un voltaje de CC 808 recibido de una fuente de alimentación de voltaje de CC, como una batería, en voltajes de CA 810 aplicados a las respectivas fases de un motor trifásico sin escobillas 812, que a su vez está configurado para impulsar un ventilador de sustentación que tiene un mecanismo de bloqueo de posición como se describe en la presente memoria. En varias realizaciones, el controlador 802 puede comprender uno o más de un circuito y un procesador configurados para ejecutar instrucciones informáticas. En varias realizaciones, el controlador 802 puede estar configurado (por ejemplo, mediante hardware, software o ambos) para realizar el proceso de la Figura 5 y hacer que un ventilador de sustentación impulsado por el motor 812 cambie de un estado bloqueado a un estado desbloqueado, y/o realice los procesos de las Figuras 6 y 7 para lograr que el ventilador de sustentación realice una transición al estado bloqueado.

[0043] Mientras que un motor y/o controlador en particular se pueden usar en determinadas realizaciones descritas anteriormente, en varias realizaciones se puede usar un mecanismo de bloqueo como se describe en la presente memoria con otros o diferentes motores, controladores y/u otros elementos, y/o con componentes que tienen características diferentes (por ejemplo, par de desbloqueo, secuencia de bloqueo, etc.) a las descritas en detalle anteriormente.

[0044] Las técnicas descritas en la presente memoria se pueden usar, en varias realizaciones, para bloquear un ventilador de sustentación en una posición de baja resistencia u otra posición replegada. Un mecanismo de bloqueo del ventilador de sustentación, tal y como se describe en la presente memoria, permite proporcionar un mecanismo

5 de bloqueo fiable utilizando relativamente pocos componentes en una configuración relativamente sencilla. Las fuerzas magnéticas y mecánicas mantienen al ventilador de sustentación en su sitio, a pesar de que el rotor del ventilador de sustentación experimente fuerzas aerodinámicas o de otro tipo, a menos/hasta que se aplique un par mayor o igual a una fuerza de "liberación" utilizando el motor del ventilador de sustentación. De manera similar, pueden lograrse la detención y el bloqueo del rotor del ventilador de sustentación sin proporcionar mecanismos de frenado más complicados y, en algunas realizaciones, sin requerir sensores de posición angular del eje.

REIVINDICACIONES

1. Un mecanismo de bloqueo de rotor de ventilador de sustentación de aeronave (200), el cual comprende:
5 una estructura anular (202) que tiene una primera superficie, y esta estructura anular incluye uno o más retenes (204, 206) definidos en la primera superficie de la estructura anular;
para cada retén, un imán estacionario (210, 214) acoplado de manera fija a la estructura anular en un lugar
adyacente al retén; y
un conjunto de imanes giratorios (302, 304; 400) que comprende un imán (412) de polaridad magnética
10 opuesta a al menos uno de los imanes estacionarios y una estructura de tope mecánico (406) de un tamaño
y forma que le permite encajar en un retén correspondiente y acoplarse mecánicamente con una superficie
que define al menos una extensión de dicho retén correspondiente cuando el conjunto de imanes giratorios
está en una posición bloqueada,
15 en donde el conjunto de imanes giratorios está unido a un elemento giratorio (306) de un ventilador de
sustentación de aeronave y la estructura anular está unida de forma fija a un elemento no giratorio del
ventilador de sustentación de aeronave.
2. El mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación de aeronave (200) de la reivindicación 1, en donde el
imán estacionario (210, 214) está montado en una lengüeta (208, 212) que se extiende hacia el interior desde
20 un borde interno de la estructura anular (202).
3. El mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación de aeronave (200) de la reivindicación 1, en donde la
estructura de tope mecánico (406) comprende un elemento sustancialmente cilíndrico que se extiende más allá
de un plano asociado con el imán (412) que comprende el conjunto de imanes giratorios (302, 304; 400).
- 25 4. El mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación de aeronave (200) de la reivindicación 3, en donde un
eje longitudinal de dicho elemento sustancialmente cilíndrico está orientado en un ángulo agudo a dicho plano
asociado con el imán (412) que comprende el conjunto de imanes giratorios (302, 304; 400).
5. El mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación de aeronave (200) de la reivindicación 1, en donde el
30 retén (204, 206) comprende una muesca en forma de V en dicha primera superficie de la estructura anular (202).
6. El mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación de aeronave (200) de la reivindicación 1, que comprende
además un inserto (420) fijado en dicho retén (204, 206), y el inserto está fabricado con un primer material que
es más duro que un segundo material con el cual se fabrica la estructura anular (202).
35
7. El mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación de aeronave (200) de la reivindicación 1, en donde dicho
mecanismo de bloqueo de rotor incluye una pluralidad de imanes estacionarios (210, 214), incluidos un primer
subconjunto que tiene una primera polaridad magnética y un segundo subconjunto que tiene una segunda
40 polaridad magnética opuesta a la primera polaridad magnética.
8. El mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación de aeronave (200) de la reivindicación 1, en donde el
conjunto de imanes giratorios (302, 304; 400) incluye un resorte configurado para aplicar una fuerza de resorte
en una dirección asociada con la posición bloqueada.
- 45 9. El mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación de aeronave (200) de la reivindicación 1, en donde el
conjunto de imanes giratorios (302, 304; 400) está configurado para unirse de forma fija a un rotor a través de
una estructura de base con respecto a la cual al menos una parte del conjunto de imanes giratorios (302, 304;
400) que incluye el imán (412) y la estructura de tope mecánico está conectada a través de un pasador u otra
50 estructura orientada axialmente de tal manera que al menos dicha parte permanece libre para girar alrededor de
un eje asociado con el pasador u otra estructura orientada axialmente.
10. El mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación de aeronave (200) de la reivindicación 9, en donde un
centro de masa de dicha parte del conjunto de imanes giratorios (302, 304; 400) está sustancialmente alineado
55 con dicho eje en un plano sustancialmente paralelo a un plano de dicha estructura anular (202) cuando el conjunto
de imanes giratorios está en la posición bloqueada.
11. El mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación de aeronave (200) de la reivindicación 10, en donde el
centro de masa de dicha parte del conjunto de imanes giratorios (302, 304; 400) está ubicado a una distancia "d"
60 distinta de cero de dicho plano sustancialmente paralelo al plano de la estructura anular (202) cuando el conjunto
de imanes giratorios está en una posición desbloqueada en la que la estructura de tope mecánico (406) ya no se
encuentra en dicho retén (204, 206).
12. El mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación de aeronave (200) de la reivindicación 1, en donde el
65 ventilador de sustentación de aeronave funciona bajo el control de un módulo de control que comprende un
procesador configurado para realizar al menos una de las siguientes operaciones:

una secuencia de desbloqueo para que el ventilador de sustentación de aeronave realice una transición desde un estado bloqueado en el que el mecanismo de bloqueo de rotor está en una posición bloqueada a un estado desbloqueado en el que el mecanismo de bloqueo de rotor no está en la posición bloqueada; o una secuencia de bloqueo para que el ventilador de sustentación de aeronave realice una transición desde un estado desbloqueado en el que el mecanismo de bloqueo de rotor no está en una posición bloqueada a un estado bloqueado en el que el mecanismo de bloqueo de rotor está en la posición bloqueada.

- 5
13. El mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación de aeronave (200) de la reivindicación 12, en donde la realización de la secuencia de desbloqueo incluye la aplicación de un par que es igual o mayor que un par de liberación asociado con el mecanismo de bloqueo de rotor.
- 10
14. El mecanismo de bloqueo de ventilador de sustentación de aeronave (200) de la reivindicación 12, en donde la realización de la secuencia de bloqueo incluye una o más de las siguientes acciones: hacer que el elemento giratorio (306) gire a través de una o más revoluciones bajo un par que es inferior a un par de liberación asociado con el mecanismo de bloqueo de rotor, y la estimación de una posición angular del elemento giratorio.
- 15

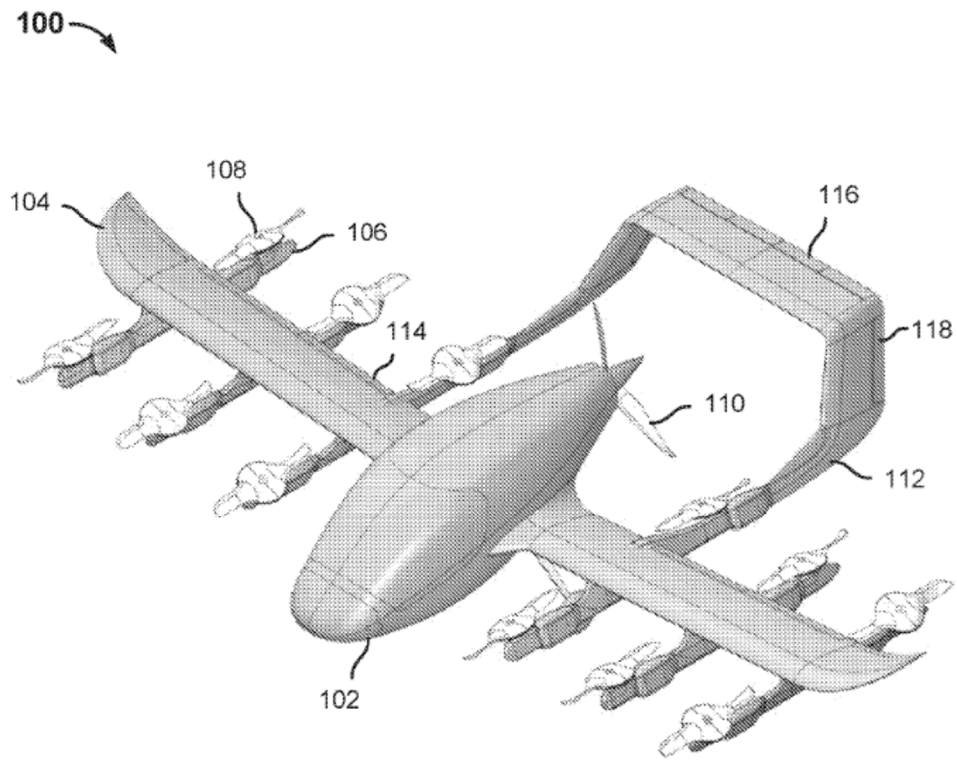


FIG. 1

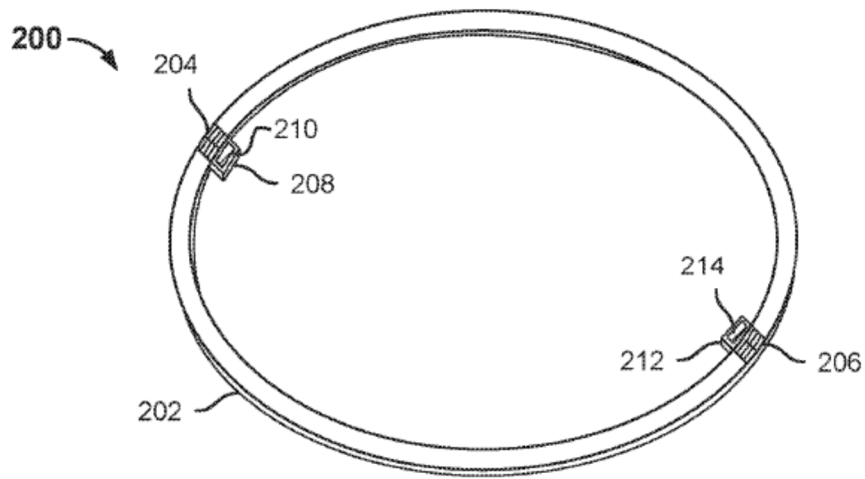


FIG. 2A

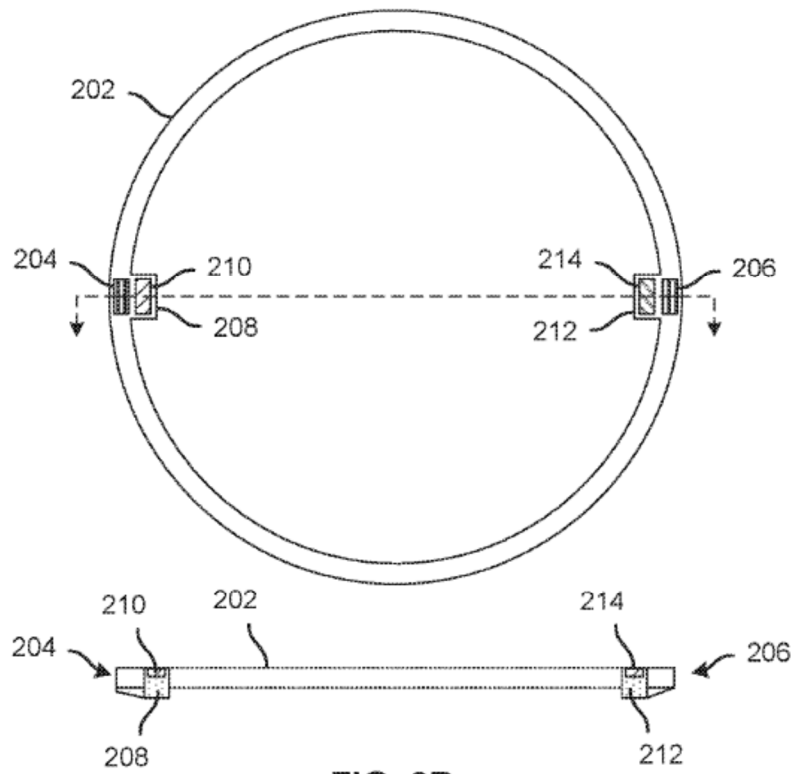


FIG. 2B

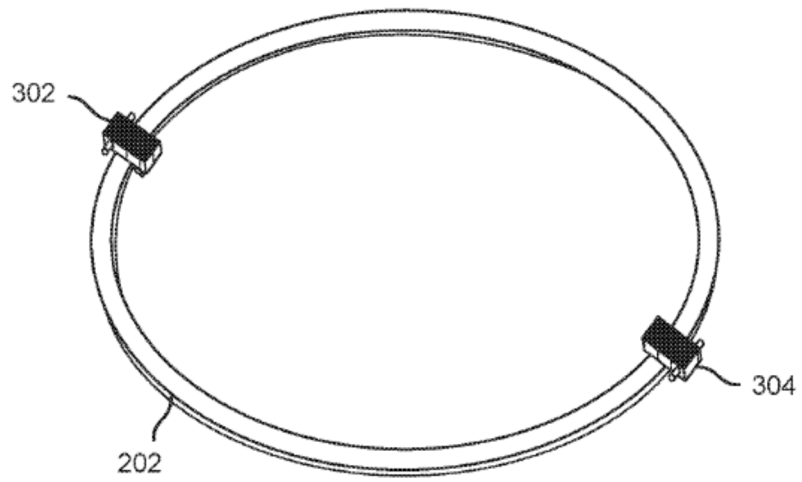


FIG. 3A

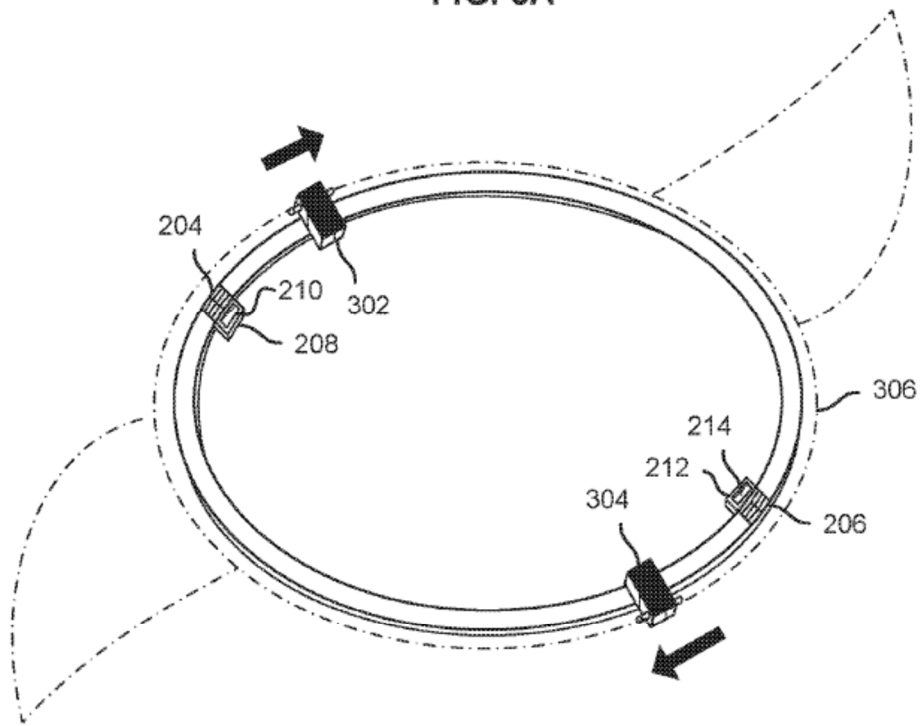


FIG. 3B

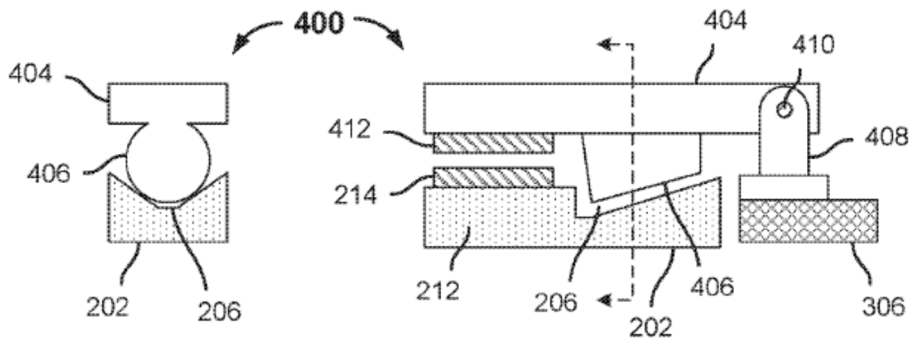


FIG. 4A

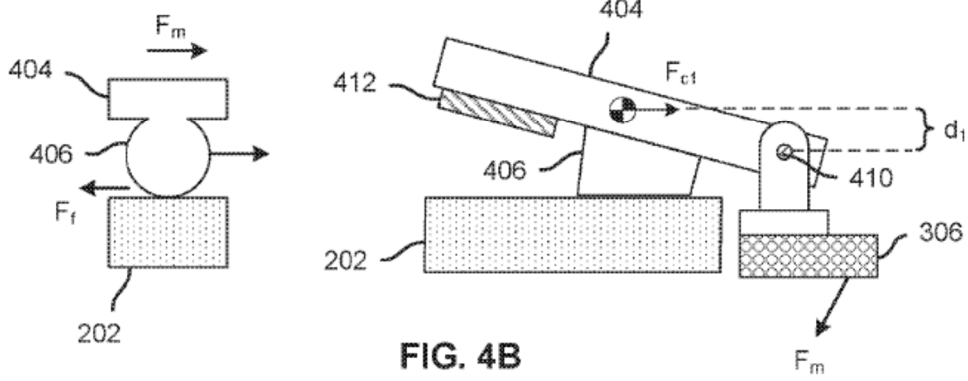


FIG. 4B

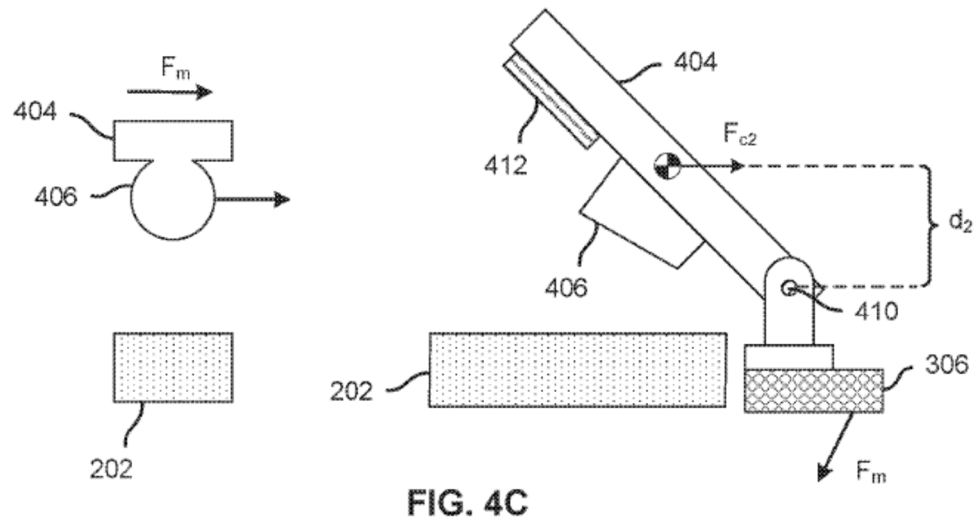


FIG. 4C

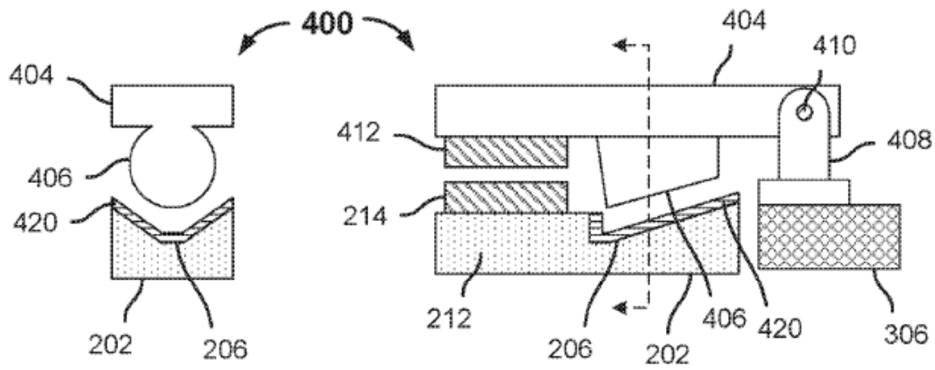


FIG. 4D

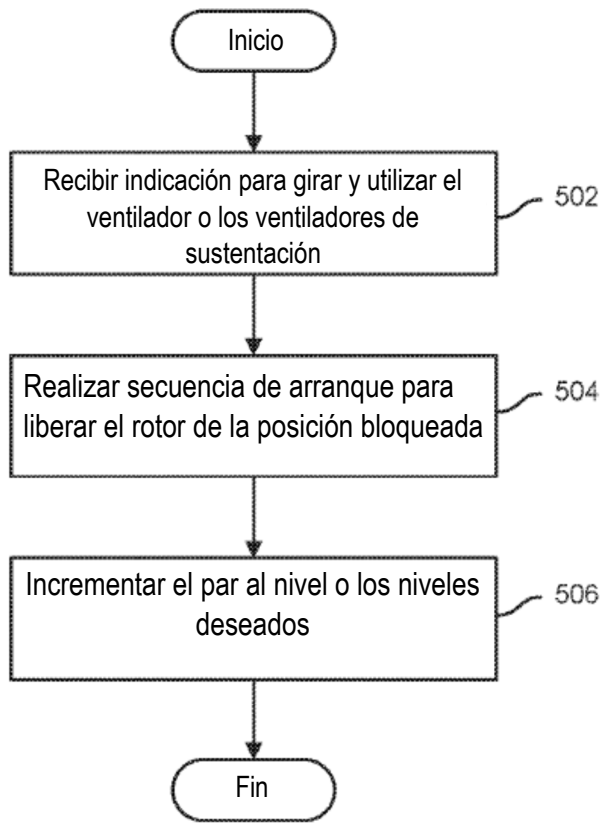


FIG. 5

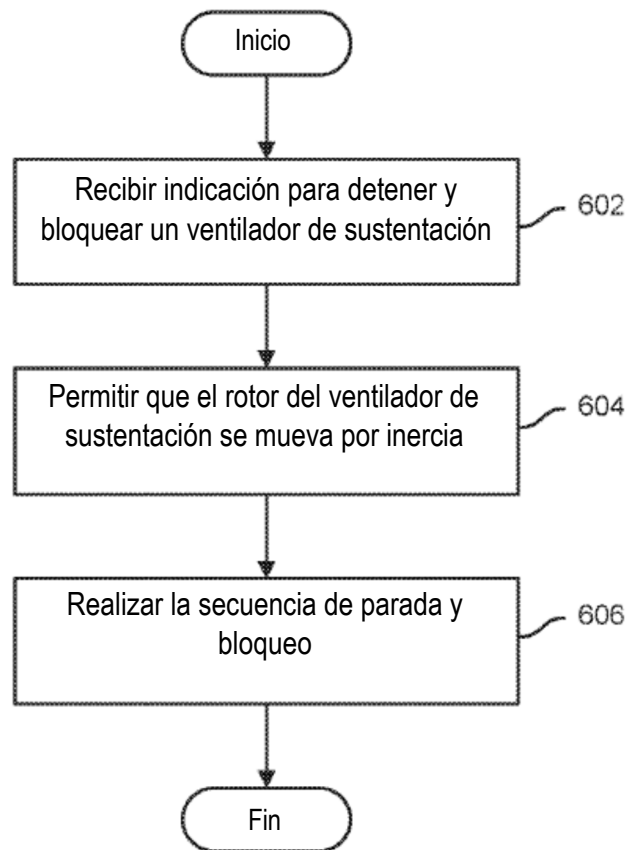


FIG. 6

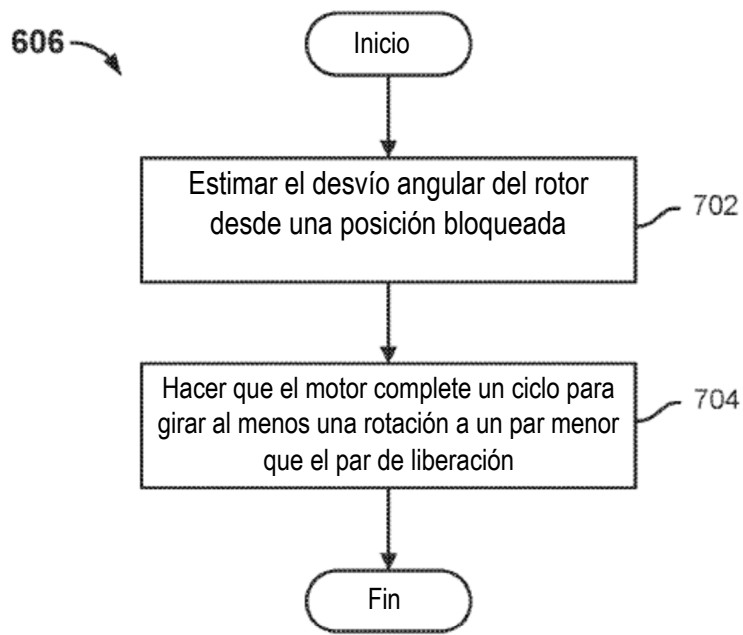


FIG. 7

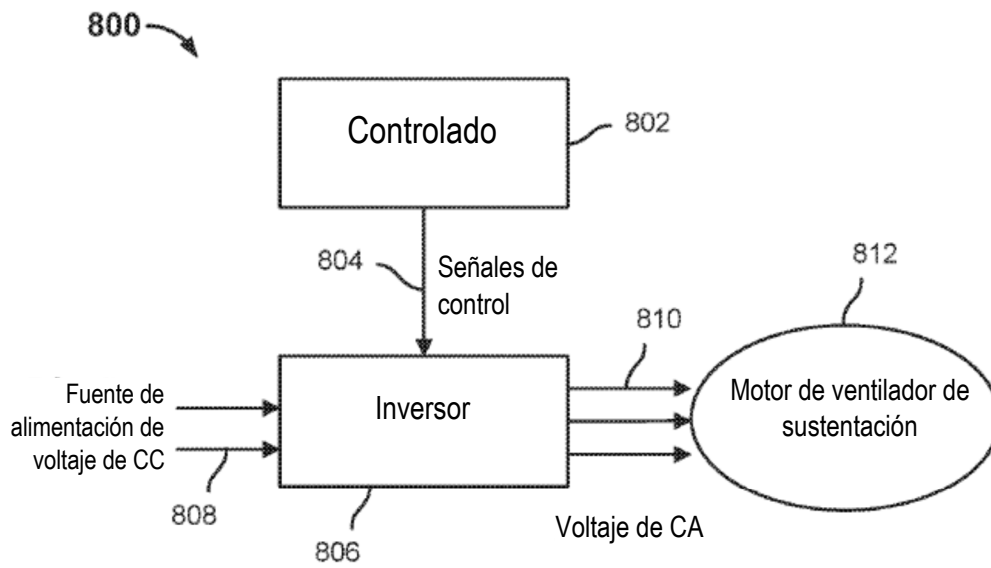


FIG. 8