

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 741 930**

51 Int. Cl.:

**B64C 27/72** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.03.2013** **E 13160543 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2019** **EP 2644502**

54 Título: **Pala de rotor de giroavión de rendimiento mejorado**

30 Prioridad:

**27.03.2012 US 201213430686**

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:

**PERLMAN, DAVID L.**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 741 930 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**

Pala de rotor de giroavión de rendimiento mejorado

Campo

5 Las realizaciones de la presente divulgación se relacionan en general con flujo sobre superficies de fluidez dinámica. Más particularmente, las realizaciones de la presente divulgación se relacionan con mejorar las características de fluidez dinámica de flujo sobre superficies de fluidez dinámica.

Antecedentes

10 Los helicópteros tienen limitaciones en la velocidad de avance sustancialmente debidas a y resultantes del "calado de pala en retirada" a medida que el helicóptero alcanza su máxima velocidad de avance. Si una pala en retirada se cala y no produce elevación suficiente, puede dar como resultado una condición de operación aerodinámica no óptima para el helicóptero.

El documento US 2 483 480 muestra una aeronave de elevación directa. Un objetivo es proporcionar una máquina capaz de alta velocidad de avance. Otro objetivo es proporcionar un rotor de elevación capaz de operación suave a una alta velocidad de avance.

15 El documento EP 1 985 536 A2 muestra un dispositivo de control de una pala de rotor de giroavión. El documento DE 482 607 C muestra un giroavión que tiene un sistema de pala de rotor que comprende un ensamblaje de superficies pivotantes en el borde delantero y el borde posterior de la pala de rotor.

20 El documento US 2006/0239824 A1 muestra una pala de proprotor que tiene una ranura de borde delantero, fija, en sentido horario, ubicada en al menos la porción interior de la pala de proprotor. La ranura está formada por una tablilla conformada selectivamente dispuesta en un área rebajada conformada selectivamente ubicada en el borde delantero de la porción principal de la pala de proprotor. La ranura está conformada selectivamente de tal manera que una porción del flujo de aire sobre la superficie aerodinámica inferior de la pala de proprotor se desvíe entre la porción principal de la pala de proprotor y la tablilla y sale en la superficie aerodinámica superior de la pala de proprotor.

Resumen

25 Se proporciona un sistema de pala de rotor de giroavión de rendimiento mejorado de acuerdo con la reivindicación 1 y un método de acuerdo con la reivindicación 11.

30 Se divulgan un sistema y métodos de palas de rotor de giroavión de rendimiento mejorado. Una pala de rotor comprende una porción de pala interior, y al menos una superficie controlable acoplada a la porción de pala interior. La superficie controlable es operable para mejorar una elevación de la porción de pala interior al alterar un ángulo de ataque de la porción de pala interior independiente de la pala de rotor.

De esta forma, diversas realizaciones de la divulgación eliminan o reducen los efectos del calado de pala de rotor en retirada, y mejoran la velocidad de avance de un giroavión. De esta manera, las capacidades de elevación en un lado de un helicóptero aumentan mejorando la velocidad de avance del helicóptero.

35 En una realización, un sistema de pala de rotor de giroavión de rendimiento mejorado comprende una pala de rotor y al menos una superficie controlable. La pala de rotor comprende una porción de pala interior. La superficie controlable está acoplada a la porción de pala interior y mejora una elevación de la porción de pala interior al alterar un ángulo de ataque de la porción de pala interior independiente de la pala de rotor.

40 En otra realización, un método para operar un sistema de pala de rotor de giroavión de rendimiento mejorado para reducir los efectos del calado de pala de rotor en retirada detecta una alta velocidad direccional de un giroavión que comprende una pala de rotor. El método además implementa al menos una superficie controlable acoplada a una porción de pala interior de la pala de rotor ubicada en una región de baja velocidad de la pala de rotor.

45 En una realización adicional, un método para proporcionar una pala de rotor proporciona una pala de rotor que comprende una porción de pala interior. El método proporciona además al menos una superficie controlable acoplada a la porción de pala interior y operable para mejorar una elevación de la porción de pala interior al controlar un ángulo de ataque de la porción de pala interior independientemente de la pala de rotor.

Este resumen se proporciona para introducir una selección de conceptos en una forma simplificada que se describen además a continuación en la descripción detallada. Este resumen no está previsto para identificar características clave o características esenciales del tema de discusión reivindicado, ni está previsto para ser usado como una ayuda para determinar el alcance del tema de discusión reivindicado.

50 Breve descripción de los dibujos

- Un entendimiento más completo de realizaciones de la presente divulgación se puede derivar al hacer referencia a la descripción detallada y reivindicaciones cuando se consideran en conjunto con las siguientes figuras, en donde números de referencia similares se refieren a elementos similares a lo largo de las figuras. Las figuras se proporcionan para facilitar el entendimiento de la divulgación sin limitar la amplitud, alcance, escala, o aplicabilidad de la divulgación.
- 5 Los dibujos no están necesariamente hechos a escala.
- La figura 1 es una ilustración de un diagrama de flujo de una metodología de producción y servicio de aeronaves de ejemplo.
- La figura 2 es una ilustración de un diagrama de bloques de ejemplo de una aeronave.
- 10 La figura 3 es una ilustración de una vista en perspectiva de un rotor principal de helicóptero de ejemplo de acuerdo con una realización de la divulgación.
- La figura 4 es una ilustración de un diagrama de bloques funcional de ejemplo de un sistema de pala de rotor de giroavión de rendimiento mejorado de acuerdo con una realización de la divulgación.
- La figura 5 es una ilustración de una vista en perspectiva de ejemplo de una estructura de pala de rotor que comprende aletas de borde posterior como superficies controlables de acuerdo con una realización de la divulgación.
- 15 La figura 6 es una ilustración de una vista en perspectiva de ejemplo de una estructura de pala de rotor que comprende aletas de borde posterior y una superficie de control de borde delantero como superficies controlables de acuerdo con una realización de la divulgación.
- La figura 7 es una ilustración de una vista en perspectiva de ejemplo de una estructura de pala de rotor que comprende una aleta extensible de borde posterior, una aleta de borde posterior, y una aleta de borde delantero como superficies controlables de acuerdo con una realización de la divulgación.
- 20 La figura 8 es una ilustración de una vista en perspectiva de ejemplo de una estructura de pala de rotor que comprende una aleta extensible de borde posterior, y una aleta de borde posterior como superficies controlables de acuerdo con una realización de la divulgación.
- La figura 9 es una ilustración de una vista en perspectiva de ejemplo de una pala de rotor que comprende una superficie controlable de acuerdo con una realización de la divulgación.
- 25 La figura 10 es una ilustración de un diagrama de flujo de ejemplo que muestra un proceso para operar un sistema de pala de rotor de giroavión de rendimiento mejorado de acuerdo con una realización de la divulgación.
- La figura 11 es una ilustración de un diagrama de flujo de ejemplo que muestra un proceso para proporcionar una pala de rotor de giroavión de rendimiento mejorado de acuerdo con una realización de la divulgación.
- 30 Descripción detallada
- La siguiente descripción detallada es de naturaleza de ejemplo y no está destinada para limitar la divulgación o la solicitud y usos de las realizaciones de la divulgación. Las descripciones de dispositivos, técnicas, y aplicaciones específicas se proporcionan solo como ejemplos. Las modificaciones a los ejemplos descritos aquí serán fácilmente evidentes para los experimentados normales en la técnica, y los principios generales definidos aquí pueden aplicarse a otros ejemplos y aplicaciones. Adicionalmente, no hay ninguna intención de obligar por ninguna teoría expresada o implícita presentada en el campo, antecedentes, resumen precedentes o la siguiente descripción detallada. La presente divulgación debe tener un alcance concordante consistente con las reivindicaciones, y no limitado a los ejemplos descritos y mostrados aquí.
- 35 Las realizaciones de la divulgación se pueden describir aquí en términos de componentes de bloques funcionales y/o lógicos y diversas etapas de procesamiento. Debe apreciarse que tales componentes de bloques pueden realizarse mediante cualquier número de componentes de hardware, software, y/o firmware configurados para realizar las funciones especificadas. En aras de la brevedad, las técnicas y componentes convencionales relacionados con aerodinámicas, fluidez dinámica, estructuras, superficies de control, fabricación, y otros aspectos funcionales de los sistemas (y los componentes operativos individuales de los sistemas) pueden no estar descritos detalladamente aquí.
- 40 Además, los experimentados en la técnica apreciarán que las realizaciones de la presente divulgación se pueden practicar en conjunto con una variedad de cuerpos estructurales, y que las realizaciones descritas aquí son simplemente realizaciones de ejemplo de la divulgación.
- 45 Las realizaciones de la divulgación se describen aquí en el contexto de una aplicación práctica no limitante, a saber, una pala de helicóptero. Las realizaciones de la divulgación, sin embargo, no se limitan a unas aplicaciones de palas de helicópteros tales, y las técnicas descritas aquí también pueden utilizarse en otras aplicaciones de superficie de fluidez dinámica. Por ejemplo, las realizaciones pueden ser aplicables a otras superficies de elevación de una aeronave tal como una aleta o una cola, una superficie de control de una aeronave tal como un elevador y un alerón, un puntal de motor, una pala de turbina eólica, una superficie hidrodinámica que utiliza líquido (por ejemplo, agua) en vez de aire, una vela para barco de vela, una hélice de motor, un molino de viento, y otras aplicaciones.
- 50

Como será evidente para un experimentado normal en la técnica después de leer esta descripción, los siguientes son ejemplos y realizaciones de la divulgación y no se limitan a operar de acuerdo con estos ejemplos. Se pueden utilizar otras realizaciones y se pueden hacer cambios estructurales sin apartarse del alcance de las realizaciones de ejemplo de la presente divulgación.

5 Refiriéndose más particularmente a los dibujos, las realizaciones de la divulgación se pueden describir en el contexto de un método 100 de fabricación y servicio de aeronave (método 100) como se muestra en la figura 1 y una aeronave 200 como se muestra en la figura 2. Durante la preproducción, el método 100 de ejemplo puede incluir la especificación y diseño 104 de la aeronave 200 y la adquisición 106 de material. Durante la producción, tiene lugar la fabricación 108 de componentes y subensamblajes e integración 110 de sistema de la aeronave 200. A partir de ahí, la aeronave 200  
10 puede ir a través de la certificación y suministro 112 con el fin de ser puesta en servicio 114. Mientras está en servicio por un cliente, la aeronave 200 está programada para el mantenimiento y servicio 116 de rutina (que también puede incluir modificación, reconfiguración, remodelación, y así sucesivamente).

15 Cada uno de los procesos de método 100 puede ser realizado o llevado a cabo por un integrador de sistemas, un tercero, y/o un operador (por ejemplo, un cliente). Para los propósitos de esta descripción, un integrador de sistemas 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 sin limitación una aerolínea, compañía de arrendamiento, entidad militar, organización de servicio, y similares.

20 Como se muestra en la figura 2, la aeronave 200 producida mediante el método 100 de ejemplo puede incluir un armazón 218 con una pluralidad de sistemas 220 y un interior 222. Ejemplos de sistemas 220 de alto nivel incluyen uno o más de un sistema 224 de propulsión, un sistema 226 eléctrico, un sistema 228 hidráulico, un sistema 230 ambiental, y un sistema 232 de pala de rotor de giroavión de rendimiento mejorado. También se puede incluir cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, las realizaciones de la divulgación pueden aplicarse a otras industrias.

25 Aparatos y métodos incorporados aquí pueden emplearse durante una cualquiera o más de las etapas del método 100 de producción y servicio. Por ejemplo, los componentes o subensamblajes que corresponden al proceso 108 de producción pueden elaborarse o fabricarse de una manera similar a los componentes o subensamblajes producidos mientras la aeronave 200 está en servicio. Además, se pueden utilizar una o más realizaciones de aparatos, realizaciones de métodos, o una combinación de las mismas durante las etapas 108 y 110 de producción, por ejemplo,  
30 al acelerar sustancialmente el ensamblaje o reduciendo el coste de una aeronave 200. De manera similar, una o más de las realizaciones de aparatos, realizaciones de métodos, o una combinación de las mismas pueden utilizarse mientras la aeronave 200 está en servicio, por ejemplo y sin limitación, para el mantenimiento y servicio 116.

35 Las realizaciones del divulgador eliminan o reducen los efectos del calado de pala de rotor en retirada, y mejoran la velocidad de avance de un giroavión. De esta manera, las capacidades de elevación en un lado de un helicóptero aumentan mejorando la velocidad de avance del helicóptero. Se puede generar más empuje en el sistema de rotor general si se elimina o reduce una posibilidad de calado de pala de rotor.

40 La figura 3 es una ilustración de una vista en perspectiva de un rotor 300 principal de helicóptero de ejemplo de acuerdo con una realización de la divulgación. El rotor 300 o sistema 300 de rotor principal de helicóptero es un tipo de un ventilador que se usa para generar tanto una fuerza de elevación aerodinámica que soporta el peso del helicóptero 302, como empuje que contrarresta la resistencia aerodinámica en vuelo hacia adelante. Cada pala 304 de rotor (principal) está montada en un larguero 310 acoplado a un árbol 316 de rotor principal, en lugar de un rotor 306 de cola de helicóptero que está conectado a través de una combinación de árboles de accionamiento y cajas de engranajes a lo largo de una pértiga 308 de cola. El helicóptero 302 en general comprende una pluralidad de palas 304 de rotor que se proyectan fuera de un distribuidor 312 de rotor principal que puede tener una cubierta 314 aerodinámica. El cabeceo de pala se controla típicamente mediante una placa oscilante conectada entre las palas 304 de rotor y controles de vuelo de helicóptero (no se muestran).

45 Una pala de rotor de helicóptero típica es una unidad homogénea de una pieza y se fija al distribuidor 312 de rotor principal que está conectado al árbol 316 de rotor principal. Muchas partes pueden comprender una pala de una pieza que puede ser, por ejemplo pero sin limitación, recta, tener un giro desde un área 320 de raíz de pala a una punta 326, u otra configuración de pala. En operación, la pala 304 de rotor gira alrededor de un punto central a saber el árbol de 316 rotor principal (eje de rotación 316). Mecánicamente, en operación se cambia un ángulo de ataque de la pala 304 de rotor para aumentar o disminuir la elevación y empuje. Con el ángulo de ataque reducido en una pala en retirada para prevenir el calado, la elevación también se reduce en general, lo que puede tener un efecto casi como calado, dado que los altos ángulos de ataque en general promueven un calado.

55 Dado que las palas 304 de rotor giran en un patrón radial, la punta 326 en un punto más externo (por ejemplo, más externo del árbol 316 de rotor principal) de las palas 304 de rotor obtiene una velocidad rotativa o tangencial mucho mayor que una porción 318 más interna (porción 318 de pala interior) de las palas 304 de rotor más cercanas al árbol 316 de rotor principal. La velocidad lineal de un punto en la pala 304 de rotor a una distancia del eje de rotación 316 representa la velocidad rotativa o tangencial de ese punto. La velocidad tangencial o rotativa es más baja en la

- ubicación de porción 318 más interna (interior) de la pala 304 de rotor en comparación con la ubicación de punta 326 (exterior) en la misma pala 304 de rotor. A altas velocidades de avance cuando un ángulo de rotación de la pala 304 de rotor se está retirando, generalmente un ángulo de ataque de la pala 304 de rotor se reduce en general. De acuerdo con las realizaciones de la divulgación, si el ángulo de ataque de la pala 304 de rotor se reduce en general y si un ángulo de ataque de otra porción de la pala 304 de rotor se incrementa (por ejemplo, en el área 320 de raíz de pala y/o sección 322 media), la elevación aún se puede generar, manteniendo la elevación y capacidad de control en ese lado. Se puede introducir un cambio en el ángulo de ataque, por ejemplo, unos 90 grados antes de que se requiera un efecto del ángulo de ataque.
- Las realizaciones de la divulgación proporcionan superficies 328 controlables como mejoras para separar porciones de la pala 304 de rotor. Como se explica con más detalle a continuación, las superficies 328 controlables se mueven/giran independiente de toda la pala 304 de rotor para mejorar la elevación en las porciones interiores más lentas de la pala 304 de rotor tal como la porción 318 de pala interior, que comprende la porción más interna de la pala 304 de rotor.
- La figura 4 es una ilustración de un diagrama de bloques funcional de ejemplo de un sistema 400 de pala de rotor de giroavión de rendimiento mejorado (sistema 400) de acuerdo con una realización de la divulgación. El sistema 400 puede comprender la pala 304 de rotor, una superficie 402 controlable, un accionador 406, y un controlador 408. La figura 4 se explica con detalle adicional a continuación en conjunto con la figura 3.
- La superficie 402 controlable (328 en la figura 3) está acoplada a la porción 318 de pala interior (figura 3) de la pala 304 de rotor y está configurada para mejorar una elevación de la porción 318 de pala interior al alterar un ángulo de ataque de la porción 318 de pala interior independiente de la pala 304 de rotor. Las realizaciones de la divulgación proporcionan diversas superficies controlables tales como la superficie 402 controlable como mejoras para separar porciones de la pala 304 de rotor como se explica a continuación en el contexto de discusión de las figuras 5-9.
- El accionador 406 es operable para variar una posición (es decir, doblar, desviar, cambiar de forma) de la superficie 402 controlable en respuesta a una orden de accionamiento. La orden de accionamiento puede generarse mediante una entrada de un piloto/operador, una entrada preprogramada desde el módulo 410 procesador del controlador 408 en caso de control automatizado, o una combinación de los mismos. De esta manera, la superficie 402 controlable se mueve/gira independiente de toda la pala 304 de rotor para mejorar la elevación en las porciones interiores más lentas de la pala tal como la porción 318 más interna como se explica con más detalle a continuación en el contexto de discusión de las figuras 5-9
- En una realización, el accionador 406 se controla a través de un mecanismo de control por el controlador 408 para controlar una posición de la superficie 402 controlable con base en diversas condiciones de operación como se explica a continuación. En otra realización, el controlador 408 puede incluir o realizarse como un controlador (conectado a los sistemas de aeronave), para facilitar controlar una posición (por ejemplo, extender, girar, y moverse hacia arriba o hacia abajo) de la superficie 402 controlable.
- Cualquier accionador conocido por los experimentados en la técnica puede usarse para el accionamiento de la superficie 402 controlable. Se puede usar por ejemplo pero sin limitación, un accionador hidráulico, un accionador piezoeléctrico, un mecanismo cargado por resorte, un mecanismo de bloqueo de flujo inverso, un accionador pirotécnico, un accionador de aleación con memoria de forma, u otro accionador.
- El controlador 408 puede comprender, por ejemplo pero sin limitación, un módulo 410 procesador, un módulo 412 de memoria, y otro módulo. El controlador 408 puede implementarse como, por ejemplo pero sin limitación, una parte de un sistema de aeronave, un procesador de aeronave centralizado, un módulo informático de subsistema dedicado al un sistema 400 de pala de rotor de giroavión de rendimiento mejorado, u otra implementación.
- El controlador 408 está configurado para controlar el accionador 406 para variar una posición de la superficie 402 controlable de acuerdo con diversas condiciones de operación. Las condiciones de operación pueden comprender, por ejemplo pero sin limitación, condiciones de vuelo, u otra condición. Las condiciones de vuelo pueden comprender, por ejemplo pero sin limitación, despegue, crucero, aproximación, aterrizaje, u otra condición de vuelo. De este modo, las condiciones de operación, pueden comprender por ejemplo pero sin limitación, una altitud, una velocidad aerodinámica, un número de Mach, una temperatura, u otro parámetro. El controlador 408, puede estar ubicado de manera remota del accionador 406, o puede estar acoplado al accionador 406.
- El módulo 410 procesador comprende lógica de procesamiento que está configurada para llevar a cabo las funciones, técnicas, y tareas de procesamiento asociadas con la operación del sistema 400. En particular, la lógica de procesamiento está configurada para soportar el sistema 400 descrito aquí. Por ejemplo, el módulo 410 procesador puede dirigir el accionador 406 para variar una posición de la superficie 402 controlable con base en diversas condiciones de vuelo. El procesador puede dirigir el accionador 406 para mover al menos una superficie 402 controlable en respuesta a una entrada de un piloto/operador o una entrada preprogramada desde el módulo 410 procesador.
- En operación, el módulo 410 procesador detecta una alta velocidad direccional del helicóptero 302 (figura 3) que comprende la pala 304 de rotor. Una alta velocidad direccional se define donde el helicóptero 302 está en el aire,

puede estar planeando en su lugar, y está avanzando de manera direccional o manteniendo la posición a una velocidad aerodinámica que puede dar como resultado el calado de pala en retirada. El módulo 410 procesador entonces dirige el accionador 406 para implementar/activar al menos una superficie 402 controlable acoplada a la porción 318 de pala interior de la pala 304 de rotor ubicada en una región de baja velocidad rotativa o tangencial de la pala 304 de rotor.

5 De esta manera, la elevación en la porción 318 de pala interior se mejora al controlar un ángulo de ataque de la porción 318 de pala interior independientemente de la pala 304 de rotor. El módulo 410 de proceso puede controlar el ángulo de ataque con base en un ángulo de rotación de la pala 304 de rotor.

10 El módulo 410 del procesador puede implementarse, o realizarse, con un procesador de propósito general, una memoria de contenido direccionable, un procesador de señal digital, un circuito integrado de aplicación específica, un arreglo de puerta programable de campo, cualquier dispositivo de lógica programable adecuado, puerta discreta o lógica de transistor, componentes de hardware discretos, o cualquier combinación de los mismos, diseñados para realizar las funciones descritas aquí. De esta manera, un procesador puede realizarse como un microprocesador, un controlador, un microcontrolador, una máquina de estado, o similares. Un procesador también puede implementarse como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un procesador de señal digital y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores en conjunto con un núcleo de procesador de señal digital, o cualquier otra configuración tal.

15 El módulo 412 de memoria puede comprender un área de almacenamiento de datos con la memoria formateada para soportar la operación del sistema 400. El módulo 412 de memoria está configurado para almacenar, mantener, y proporcionar datos como sea necesario para soportar la funcionalidad del sistema 400. Por ejemplo, el módulo 412 de memoria puede almacenar datos de configuración de vuelo, señales de órdenes de accionador, u otros datos.

En realizaciones prácticas, el módulo 412 de memoria puede comprender, por ejemplo pero sin limitación, un dispositivo de almacenamiento no volátil (memoria de semiconductor no volátil, dispositivo de disco duro, dispositivo de disco óptico, y similares), un dispositivo de almacenamiento de acceso aleatorio (por ejemplo, SRAM, DRAM), o cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocida en la técnica.

25 El módulo 412 de memoria puede estar acoplado al módulo 410 procesador y configurado para almacenar, por ejemplo pero sin limitación, una base de datos, y similares. Adicionalmente, el módulo 412 de memoria puede representar una base de datos de actualización de manera dinámica que contiene una tabla para actualizar la base de datos, y similares. El módulo 412 de memoria también puede almacenar, un programa de ordenador que es ejecutado por el módulo 410 procesador, un sistema operativo, un programa de aplicación, datos tentativos usados en la ejecución de un programa, u otra aplicación.

El módulo 412 de memoria se puede acoplar al módulo 410 procesador de tal manera que el módulo 410 procesador pueda leer información desde y escribir información en el módulo 412 de memoria. Por ejemplo, el módulo 410 procesador puede acceder al módulo 412 de memoria para acceder a una velocidad de aeronave, una posición de superficie de control de vuelo, un ángulo de ataque, un número de Mach, una altitud, u otros datos.

35 Como un ejemplo, el módulo 410 procesador y módulo 412 de memoria pueden residir en respectivos circuitos integrados de aplicación específica (ASIC). El módulo 412 de memoria también puede integrarse en el módulo 410 procesador. En una realización, el módulo 412 de memoria puede comprender una memoria caché para almacenar variables temporales u otra información intermedia durante la ejecución de instrucciones que se ejecutan por el módulo 410 procesador.

40 La figura 5 es una ilustración de una vista en perspectiva de ejemplo de una estructura 500 de pala de rotor que comprende dos aletas tales como una aleta 502 de borde posterior y una aleta 504 de borde posterior, usadas como superficies controlables y mostradas en una posición 506 neutra y en una posición 508 accionada respectivamente de acuerdo con una realización de la divulgación. La aleta 502 de borde posterior comprende una aleta interior y la aleta 504 de borde posterior comprende una aleta de tramo medio cada una acoplada a la pala 304 de rotor en la porción 318 de pala interior (figura 3) respectivamente. Las aletas 502 y 504 de borde posterior están configuradas cada una para moverse hacia arriba o hacia abajo cambiando un ángulo de ataque desde un borde 512 delantero hasta un borde 514 posterior. Un rango de movimiento de cada una de las aletas 502 y 504 de borde posterior puede ser, por ejemplo pero sin limitación, alrededor de 2 grados a alrededor de 5 grados (por ejemplo, en relación con la pala 304 de rotor), alrededor de 0 grados a alrededor de 5 grados, alrededor de -5 grados a alrededor de 5 grados (es decir, para moverse en ambas direcciones), u otro rango adecuado de movimiento.

45 La figura 6 es una ilustración de una vista en perspectiva de ejemplo de una estructura 600 de pala de rotor que comprende una aleta 602 de borde posterior, una aleta 604 de borde posterior y una superficie 606 controlable de borde delantero usadas como superficies controlables de acuerdo con una realización de la divulgación. La aleta 602 de borde posterior comprende una aleta interior y la aleta 604 de borde posterior comprende una aleta de tramo medio cada una acoplada a un borde 610 posterior de la pala 304 de rotor en la porción 318 de pala interior respectivamente. Las aletas 602 y 604 de borde posterior están configuradas cada una para moverse hacia arriba o hacia abajo cambiando el ángulo de ataque desde un borde 608 delantero hasta el borde 610 posterior. Un rango de movimiento de cada una de las aletas 602 y 604 de borde posterior puede comprender, por ejemplo pero sin limitación, alrededor de 2 grados a alrededor de 5 grados (por ejemplo, en relación con la pala 304 de rotor), alrededor de 0 grados a

alrededor de 5 grados, alrededor de -5 grados a alrededor de 5 grados (es decir, para moverse en ambas direcciones), u otro rango adecuado de movimiento.

5 La superficie 606 controlable de borde delantero está acoplada al borde 608 delantero de la pala 304 de rotor en la porción 318 de pala interior. La superficie 606 controlable de borde delantero está configurada para extenderse para proporcionar un cambio de longitud de una sección 612 aerodinámica de la pala 304 de rotor. El cambio de longitud aumenta una distancia (cuerda) desde el borde 608 delantero hasta el borde 610 posterior de la pala 304 de rotor en un área cerca del área 320 de raíz de pala de la pala 304 de rotor, muy parecida en forma como, por ejemplo, una aleta de cazador. Un rango de movimiento de la superficie 606 controlable de borde delantero puede comprender, por ejemplo pero sin limitación, alrededor de 2 grados a alrededor de 5 grados (por ejemplo, en relación con la pala 304 de rotor), alrededor de 0 grados a alrededor de 5 grados, alrededor de -5 grados a alrededor de 5 grados (es decir, para moverse en ambas direcciones), u otro rango adecuado de movimiento.

10 La figura 7 es una ilustración de una vista en perspectiva de ejemplo de una estructura 700 de pala de rotor que comprende una aleta 702 extensible de borde posterior, una aleta 704 de borde posterior, y una aleta 706 de borde delantero usadas como superficies controlables de acuerdo con una realización de la divulgación.

15 La aleta 702 extensible de borde posterior comprende una aleta extensible interior y la aleta 704 de borde posterior comprende una aleta de tramo medio cada una acoplada a un borde 710 posterior de la pala 304 de rotor en la porción 318 de pala interior respectivamente. La aleta 702 extensible de borde posterior aumenta una distancia desde el borde 708 delantero hasta el borde 710 posterior de la porción 318 de pala interior.

20 La aleta 702 extensible de borde posterior está configurada para extenderse a través del desplazamiento en vez de la rotación. Un rango de desplazamiento de la aleta 702 extensible de borde posterior puede comprender, por ejemplo pero sin limitación, alrededor de 2 pulgadas a alrededor de 5 pulgadas (por ejemplo, en relación con la pala 304 de rotor), alrededor de 0 pulgadas a alrededor de 5 pulgadas, u otro rango adecuado de desplazamiento.

25 La aleta 704 de borde posterior está configurada para girar hacia arriba y hacia abajo. Un rango de rotación de la aleta 704 de borde posterior puede comprender, por ejemplo pero sin limitación, alrededor de 2 grados a alrededor de 5 grados, u otro rango adecuado de rotación.

30 La aleta 706 de borde delantero está acoplada a un borde 708 delantero de la pala 304 de rotor en la porción 318 de pala interior y está configurada para girar hacia arriba y hacia abajo. Un rango de rotación de la aleta 706 de borde delantero puede comprender, por ejemplo pero sin limitación, alrededor de 2 grados a alrededor de 5 grados (por ejemplo, en relación con la pala 304 de rotor), alrededor de 0 grados a alrededor de 5 grados, alrededor de -5 grados a alrededor de 5 grados (es decir, para moverse en ambas direcciones), u otro rango adecuado de rotación.

35 La figura 8 es una ilustración de una vista en perspectiva de ejemplo de una estructura 800 de pala de rotor que comprende una aleta 802 extensible de borde posterior, y una aleta 804 de borde posterior usadas como superficies controlables y mostradas en posiciones 806 y 808 respectivamente de acuerdo con una realización de la divulgación. La aleta 802 extensible de borde posterior comprende una aleta extensible interior y la aleta 804 de borde posterior comprende una aleta de tramo medio cada una acoplada a un borde 810 posterior de la pala 304 de rotor en la porción 318 de pala interior respectivamente.

40 Las posiciones 806 y 808 muestran la aleta 802 extensible de borde posterior en una posición retraída y en una posición extendida respectivamente. La aleta 802 extensible de borde posterior se extiende a través del desplazamiento en vez de la rotación. Un rango de desplazamiento de la aleta 802 extensible de borde posterior puede comprender, por ejemplo pero sin limitación, alrededor de 2 pulgadas a alrededor de 5 pulgadas (por ejemplo, en relación con la pala 304 de rotor), alrededor de 0 pulgadas a alrededor de 5 pulgadas, u otro rango adecuado de desplazamiento.

45 La aleta 804 de borde posterior está configurada para girar hacia arriba y hacia abajo. Un rango de rotación de la aleta 804 de borde posterior puede comprender, por ejemplo pero sin limitación, alrededor de 2 grados a alrededor de 5 grados (por ejemplo, en relación con la pala 304 de rotor), alrededor de 0 grados a alrededor de 5 grados, alrededor de -5 grados a alrededor de 5 grados (es decir, para moverse en ambas direcciones), u otro rango adecuado de rotación.

La figura 9 es una ilustración de una pala 900 de rotor de ejemplo que comprende una superficie 902 controlable de acuerdo con una realización de la divulgación.

50 La superficie 902 controlable comprende una porción de la pala 304 de rotor en la porción 318 de pala interior, y gira hacia arriba o hacia abajo alrededor de un eje 904 neutro de la pala 304 de rotor.

55 La figura 10 es una ilustración de un diagrama de flujo de ejemplo que muestra un proceso 1000 para operar el sistema 400 de pala de rotor de giroavión de rendimiento mejorado de acuerdo con una realización de la divulgación. Las diversas tareas realizadas en relación con el proceso 1000 pueden realizarse de manera mecánica, mediante software, hardware, firmware, o cualquier combinación de los mismos. Para propósitos ilustrativos, la siguiente descripción del proceso 1000 puede referirse a los elementos mencionados anteriormente en relación con las figuras 3-9. En

realizaciones prácticas, porciones del proceso 1000 pueden realizarse por la pala 304 de rotor, la superficie 402 controlable, el accionador 406, el controlador 408, etc. El proceso 1000 puede tener funciones, materiales, y estructuras que son similares a las realizaciones mostradas en las figuras 3-9. Por lo tanto, las características, funciones, y elementos comunes no se pueden describir de manera redundante aquí.

- 5 El proceso 1000 puede comenzar mediante un controlador tal como el controlador 408 que detecta una alta velocidad direccional de un giroavión tal como el helicóptero 302 que comprende una pala de rotor tal como la pala 304 de rotor (tarea 1002). Como se mencionó anteriormente, se define una alta velocidad direccional donde el helicóptero 302 está en el aire, puede estar planeando en su lugar, y está avanzando de manera direccional o manteniendo la posición a una velocidad aerodinámica que puede dar como resultado el calado de pala en retirada. La alta velocidad direccional puede comprender, por ejemplo, una velocidad en una dirección que sea suficiente para inducir un diferencial de velocidad en un plano de rotación de la pala 304 de rotor.

- 10 El proceso 1000 puede continuar al implementar al menos una superficie controlable tal como la superficie 328/402 controlable acoplada a una porción de pala interior tal como la porción 318 de pala interior de la pala 304 de rotor ubicada en una región de baja velocidad de la pala 304 de rotor (tarea 1004). La región de baja velocidad puede comprender, por ejemplo, una región de un plano de rotación de la pala 304 de rotor donde la velocidad está cerca de una velocidad de calado de la pala 304 de rotor. La región de baja velocidad puede comprender, por ejemplo, una región de velocidad rotativa, una región de velocidad tangencial, u otra región de baja velocidad.

El proceso 1000 puede continuar al mejorar una elevación de la porción 318 de pala interior al controlar un ángulo de ataque de la porción 318 de pala interior independientemente de la pala 304 de rotor (tarea 1006).

- 15 El proceso 1000 puede continuar mediante el controlador 408 que controla el ángulo de ataque con base en un ángulo de rotación de la pala 304 de rotor (tarea 1008).

El proceso 1000 puede continuar al mover la superficie 328/402 controlable en respuesta a una de: una entrada de un piloto y una entrada de un módulo procesador tal como el módulo 410 procesador (tarea 1010).

- 20 La figura 11 es una ilustración de un diagrama de flujo de ejemplo que muestra un proceso para proporcionar la pala de rotor de giroavión de rendimiento mejorado de acuerdo con una realización de la divulgación. Las diversas tareas realizadas en relación con el proceso 1100 se pueden realizar de manera mecánica, mediante software, hardware, firmware, o cualquier combinación de los mismos. Para propósitos ilustrativos, la siguiente descripción del proceso 1100 puede referirse a los elementos mencionados anteriormente en relación con las figuras 3-9. En realizaciones prácticas, porciones del proceso 1100 pueden realizarse por la pala 304 de rotor, la superficie 402 controlable, el accionador 406, el controlador 408, etc. El proceso 1100 puede tener funciones, materiales, y estructuras que son similares a las realizaciones mostradas en las figuras 3-9. Por lo tanto, las características, funciones, y elementos comunes no se pueden describir de manera redundante aquí.

El proceso 1100 puede comenzar al proporcionar una pala de rotor tal como la pala 304 de rotor que comprende una porción de pala interior tal como la porción 318 de pala interior (tarea 1102).

- 25 El proceso 1100 puede continuar al proporcionar al menos una superficie controlable tal como la superficie 402 controlable acoplada a la porción 318 de pala interior y operable para mejorar una elevación de la porción 318 de pala interior al controlar un ángulo de ataque de la porción 318 de pala interior independientemente de la pala 304 de rotor (tarea 1104).

- 30 El proceso 1100 puede continuar al proporcionar la superficie 402 controlable que comprende, por ejemplo pero sin limitación, una porción giratoria de la pala 304 de rotor operable para girar alrededor de un eje neutro tal como el eje neutro de la pala 304 de rotor, una aleta 706 de borde delantero, una aleta 502/504/602/604 de borde posterior, una aleta 702 extensible de borde posterior operable para aumentar una distancia desde un borde 708 delantero hasta un borde 710 posterior de la porción 318 interior, y una superficie 606 controlable de borde delantero acoplada a un borde 608 delantero de la porción 318 de pala interior y operable para expandirse para proporcionar un cambio de longitud de una sección 612 aerodinámica de la pala 304 de rotor (tarea 1106).

De esta forma, diversas realizaciones de la divulgación eliminan o reducen los efectos del calado de pala de rotor en retirada, y mejoran la velocidad de avance de un giroavión. De esta manera, las capacidades de elevación en un lado de un helicóptero aumentan mejorando la velocidad de avance del helicóptero.

- 35 Aunque al menos una realización de ejemplo se ha presentado en la descripción detallada anterior, debe apreciarse que existe un gran número de variaciones. También debe apreciarse que la realización o realizaciones de ejemplo descritas aquí no están previstas para limitar el alcance, aplicabilidad, o configuración del tema de discusión de ninguna forma. En vez, la descripción detallada anterior proporcionará a los experimentados en la técnica un mapa de ruta conveniente para implementar la realización o realizaciones descritas. Debe entenderse que pueden hacerse diversos cambios en la función y disposición de elementos sin apartarse del alcance definido por las reivindicaciones.

- 40 La descripción anterior se refiere a elementos o nodos o características que están "conectados" o "acoplados" juntos. Como se usa aquí, a menos que se indique expresamente otra cosa, "conectado" significa que un

- 5 elemento/nodo/característica se une directamente a (o se comunica directamente con) otro elemento/nodo/característica, y no necesariamente de manera mecánica. Igualmente, a menos que se indique expresamente otra cosa, "acoplado" significa que un elemento/nodo/característica se une directamente o de manera indirecta a (o se comunica directamente o de manera indirecta con) otro elemento/nodo/característica, y no necesariamente de manera mecánica. De este modo, aunque las figuras 3-9 representan disposiciones de ejemplos de elementos, pueden estar presentes elementos, dispositivos, características o componentes intermedios adicionales en una realización de la divulgación.
- 10 Los términos y frases usados en este documento, y variaciones de los mismos, a menos que se indique expresamente otra cosa, deben interpretarse como de final abierto en lugar de limitantes. Como ejemplos de lo anterior: el término "que incluye" debe leerse como que significa "que incluye, sin limitación" o similares; el término "ejemplo" se usa para proporcionar casos de ejemplos del artículo en discusión, no una lista exhaustiva o limitante del mismo.
- 15 Igualmente, un grupo de artículos vinculados con la conjunción "y" no debe leerse como un requisito para que todos y cada uno de esos artículos estén presentes en la agrupación, sino que en vez debe leerse como "y/o" a menos que se indique expresamente otra cosa. De manera similar, un grupo de artículos vinculados con la conjunción "o" no debe leerse como requisito de exclusividad mutua entre ese grupo, sino que en vez también debe leerse como "y/o" a menos que se indique expresamente otra cosa. Adicionalmente, aunque los artículos, elementos, o componentes de la divulgación pueden describirse o reivindicarse en singular, se contempla que el plural esté dentro del alcance de los mismos a menos que se indique explícitamente la limitación al singular.
- 20 La presencia de palabras y frases de ampliación tales como "uno o más", "al menos", "pero no limitado a" u otras frases similares en algunos casos no se leerán para significar que el caso más estrecho está previsto o necesario en casos donde tales frases de ampliación pueden estar ausentes. El término "alrededor" cuando se refiere a un valor o rango numérico está previsto para abarcar los valores que resultan de error experimental que puede ocurrir al tomar mediciones.
- 25 Como se usa aquí, a menos que se indique expresamente otra cosa, "operable" significa que puede usarse, ajustarse o estar listo para uso o servicio, usable para un propósito específico, y capaz de realizar una función citada o deseada descrita aquí. En relación con los sistemas y dispositivos, el término "operable" significa que el sistema y/o el dispositivo es totalmente funcional y está calibrado, comprende elementos, y cumple con los requisitos de capacidad de operación aplicables para realizar una función citada cuando se activa.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de pala de rotor de giroavión de rendimiento mejorado que comprende una pala (304) de rotor que comprende una porción (318) de pala interior; y  
 5 al menos una superficie (402) controlable acoplada a la porción (318) de pala interior y operable para mejorar una elevación de la porción (318) de pala interior al alterar un ángulo de ataque de la porción (318) de pala interior independiente de la pala (304) de rotor;  
 10 caracterizado porque la al menos una superficie (402) controlable comprende una superficie (606) controlable de borde delantero acoplada a un borde (608) delantero de la porción (318) de pala interior y operable para extenderse para proporcionar un cambio de longitud de una sección (612) aerodinámica de la pala (304) de rotor, en donde el cambio de longitud aumenta una distancia desde el borde (608) delantero hasta el borde (610) posterior de la pala (304) de rotor en un área cerca de un área (320) de raíz de pala de la pala (304) de rotor.
2. El sistema de pala de rotor de giroavión de rendimiento mejorado de la reivindicación 1, en donde la al menos una superficie (402) controlable comprende una de: una aleta (502/504, 602/604, 704/706, 804) y una aleta (702/802) extensible.
- 15 3. El sistema de pala de rotor de giroavión de rendimiento mejorado de la reivindicación 2, en donde la aleta (702) extensible aumenta una distancia desde un borde (708) delantero hasta un borde (710) posterior de la porción (318) de pala interior.
4. El sistema de pala de rotor de giroavión de rendimiento mejorado de la reivindicación 2, en donde la aleta (502/504, 602/604, 704/706, 804) está acoplada a uno de: un borde (512/608/708) delantero de la porción (318) de pala interior, y un borde (514/610/710/810) posterior de la porción (318) de pala interior.
- 20 5. El sistema de pala de rotor de giroavión de rendimiento mejorado de la reivindicación 1, en donde la al menos una superficie (402/902) controlable comprende una porción giratoria de la pala (304) de rotor operable para girar alrededor de un eje (904) neutro de la pala (304) de rotor.
6. El sistema de pala de rotor de giroavión de rendimiento mejorado de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además un módulo (410) procesador operable para controlar el ángulo de ataque de la al menos una superficie (402) controlable.
- 25 7. El sistema de pala de rotor de giroavión de rendimiento mejorado de la reivindicación 6, en donde el módulo (410) procesador es operable además para controlar el ángulo de ataque con base en un ángulo de rotación de la pala (304) de rotor.
8. El sistema de pala de rotor de giroavión de rendimiento mejorado de la reivindicación 6 o 7, en donde:  
 30 la pala (304) de rotor comprende una pluralidad de superficies (402) controlables; y  
 el módulo (410) procesador es operable para alterar el ángulo de ataque independientemente para cada una de las superficies (402) controlables.
9. El sistema de pala de rotor de giroavión de rendimiento mejorado de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en donde el módulo (410) procesador es operable además para controlar el ángulo de ataque en respuesta a una de: una entrada de un piloto y una entrada del módulo (410) procesador.
10. El sistema de pala de rotor de giroavión de rendimiento mejorado de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde la al menos una superficie (402) controlable comprende además dos aletas (502/504) acopladas a un borde (514) posterior de la porción (318) de pala interior.
- 40 11. Un método para operar un sistema de pala de rotor de giroavión de rendimiento mejorado para reducir los efectos del calado de pala de rotor en retirada, comprendiendo el método:  
 detectar una alta velocidad direccional de un giroavión (302) que comprende una pala (304) de rotor;  
 45 implementar al menos una superficie (328/402) controlable acoplada a una porción (318) de pala interior de la pala (304) de rotor ubicada en una región de baja velocidad de la pala (304) de rotor; y caracterizado porque el método comprende además  
 50 extender una superficie (606) controlable de borde delantero de la al menos una superficie (402) controlable acoplada a un borde (608) delantero de la porción (318) de pala interior para proporcionar un cambio de longitud de una sección (612) aerodinámica de la pala (304) de rotor, en donde el cambio de longitud aumenta una distancia desde el borde (608) delantero a un borde (610) posterior de la pala (304) de rotor en un área cerca de un área (320) de raíz de pala de la pala (304) de rotor.

12. El método de la reivindicación 11, que comprende además mejorar una elevación de la porción (318) de pala interior al controlar un ángulo de ataque de la porción (318) de pala interior independientemente de la pala (304) de rotor.
- 5 13. El método de la reivindicación 12, que comprende además controlar el ángulo de ataque con base en un ángulo de rotación de la pala (304) de rotor.
14. El método de la reivindicación 12 o 13, que comprende además mover la al menos una superficie (402) controlable en respuesta a una de: una entrada de un piloto, y una entrada de un módulo (410) procesador.

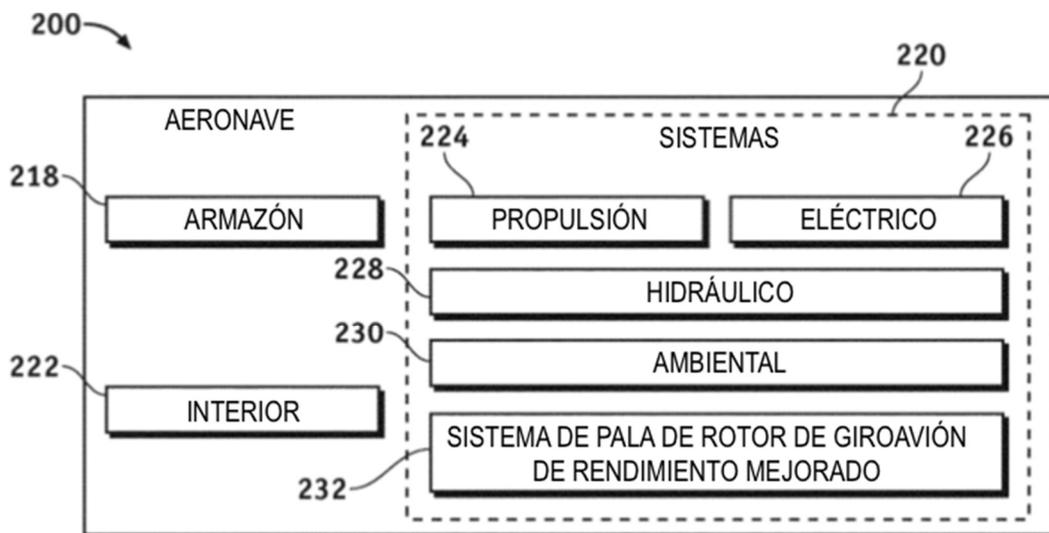
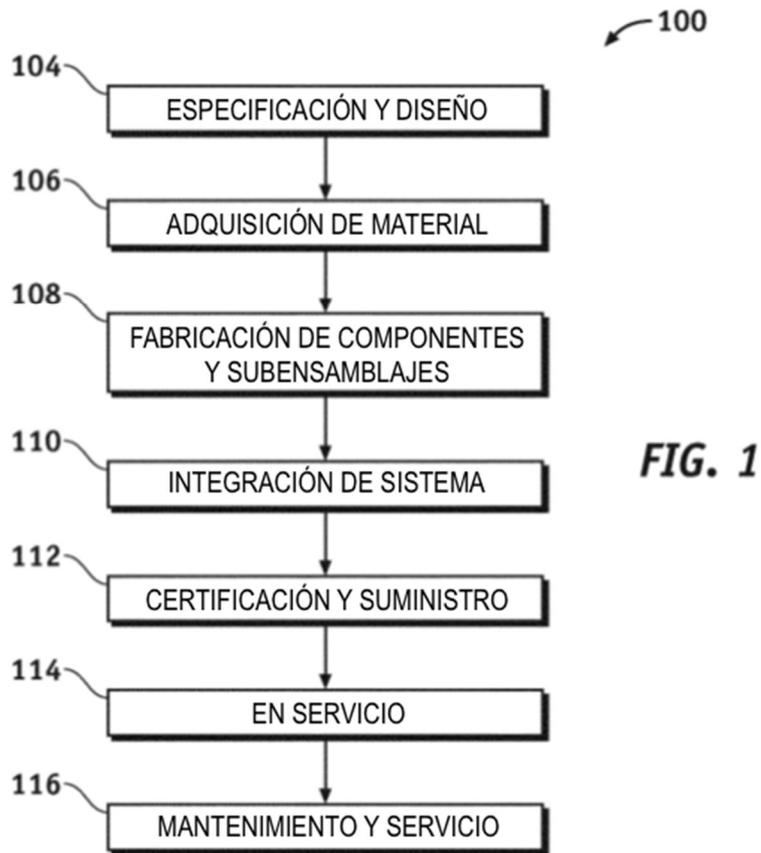
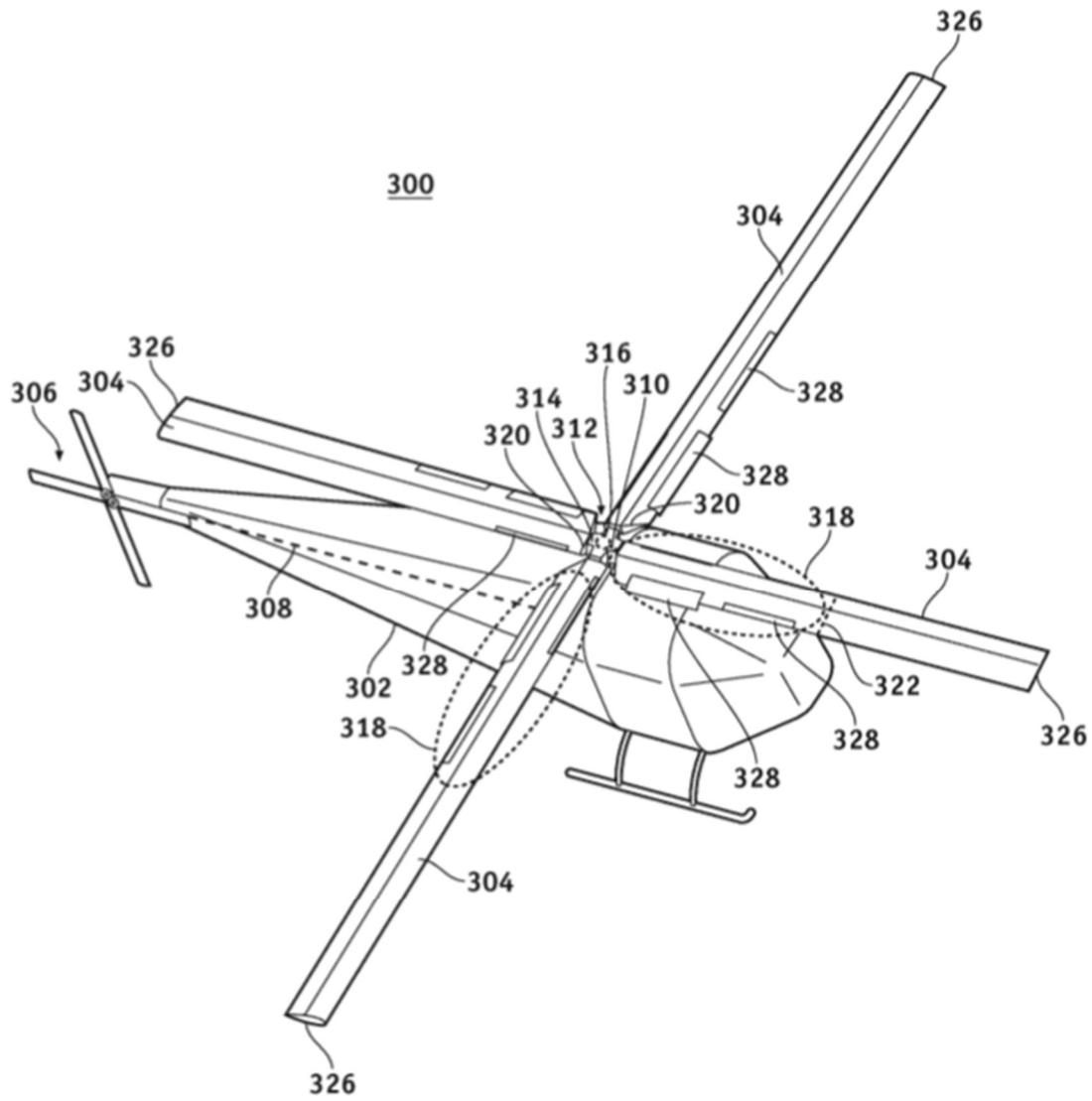
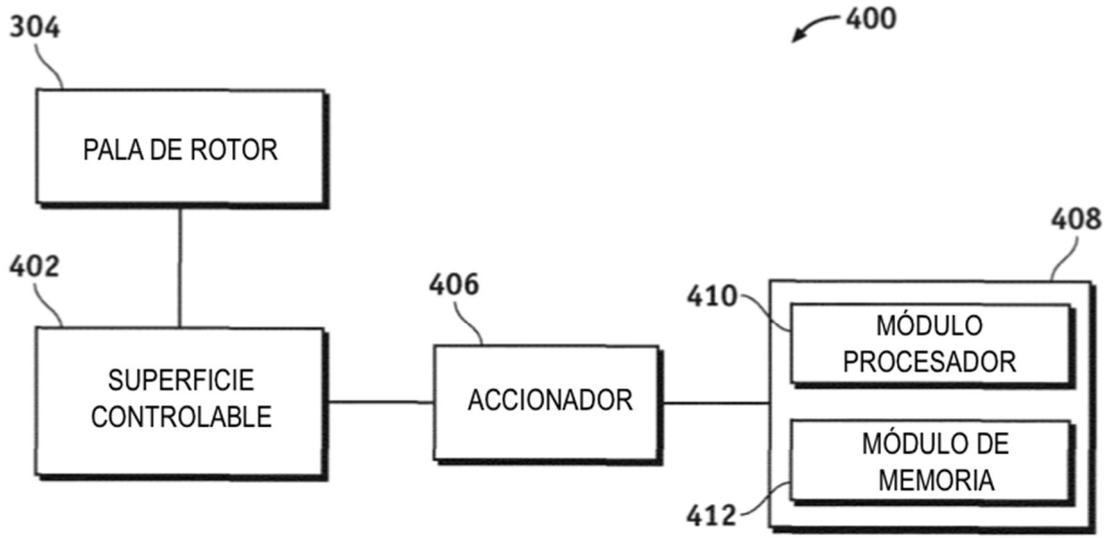


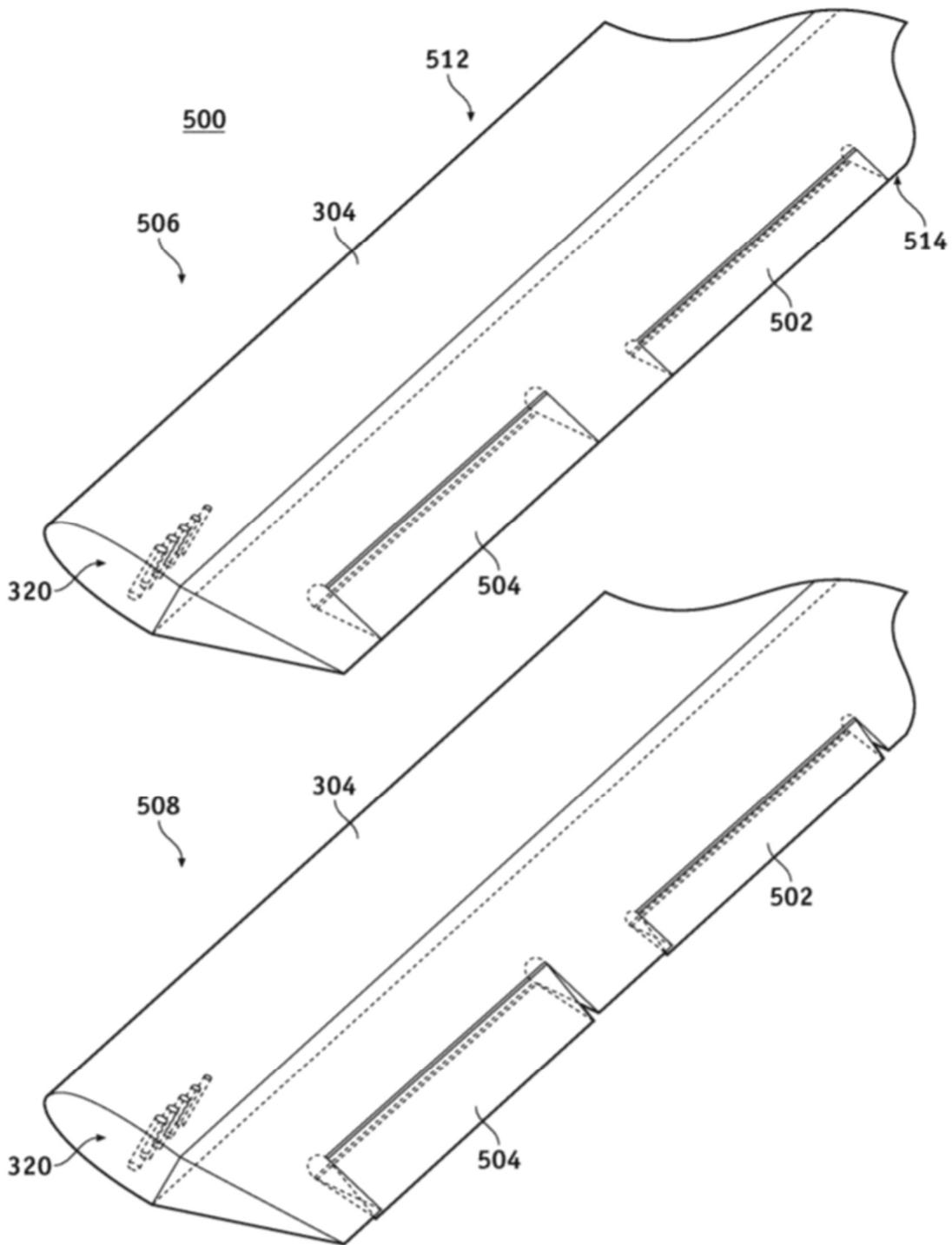
FIG. 2



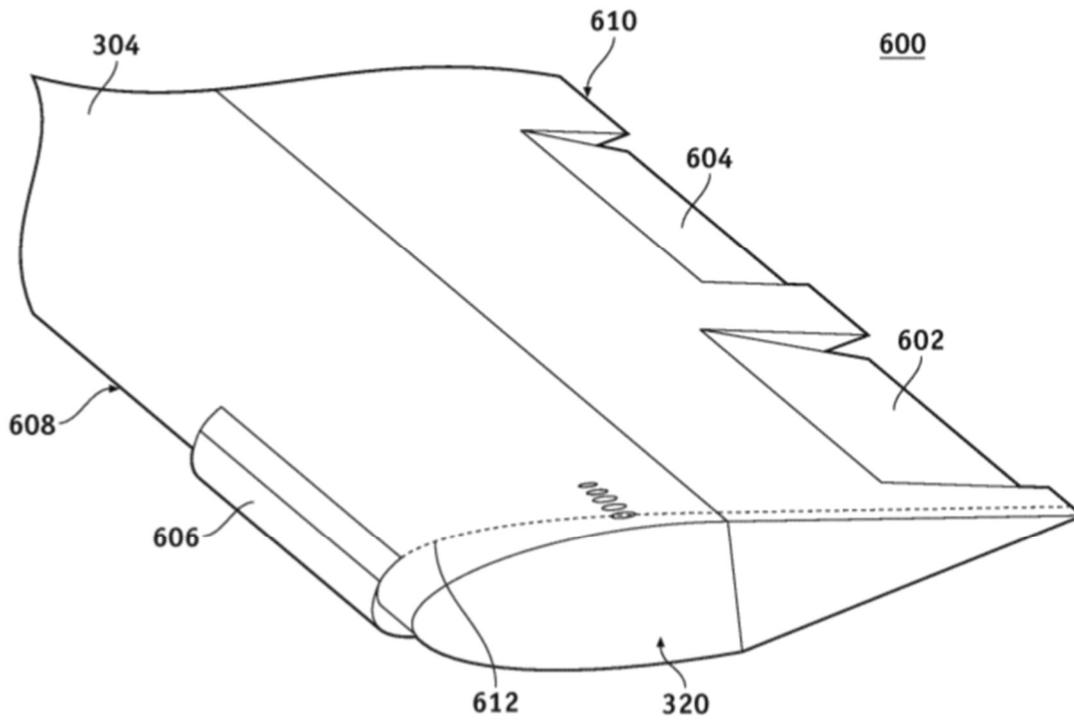
**FIG. 3**



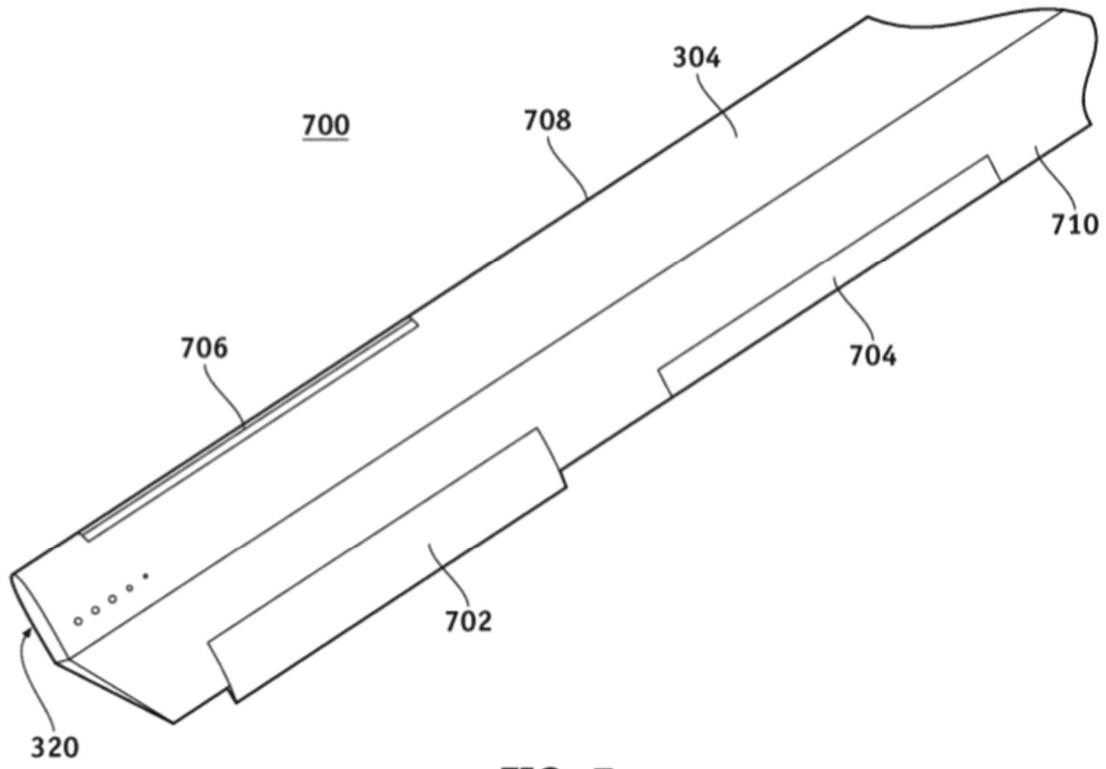
**FIG. 4**



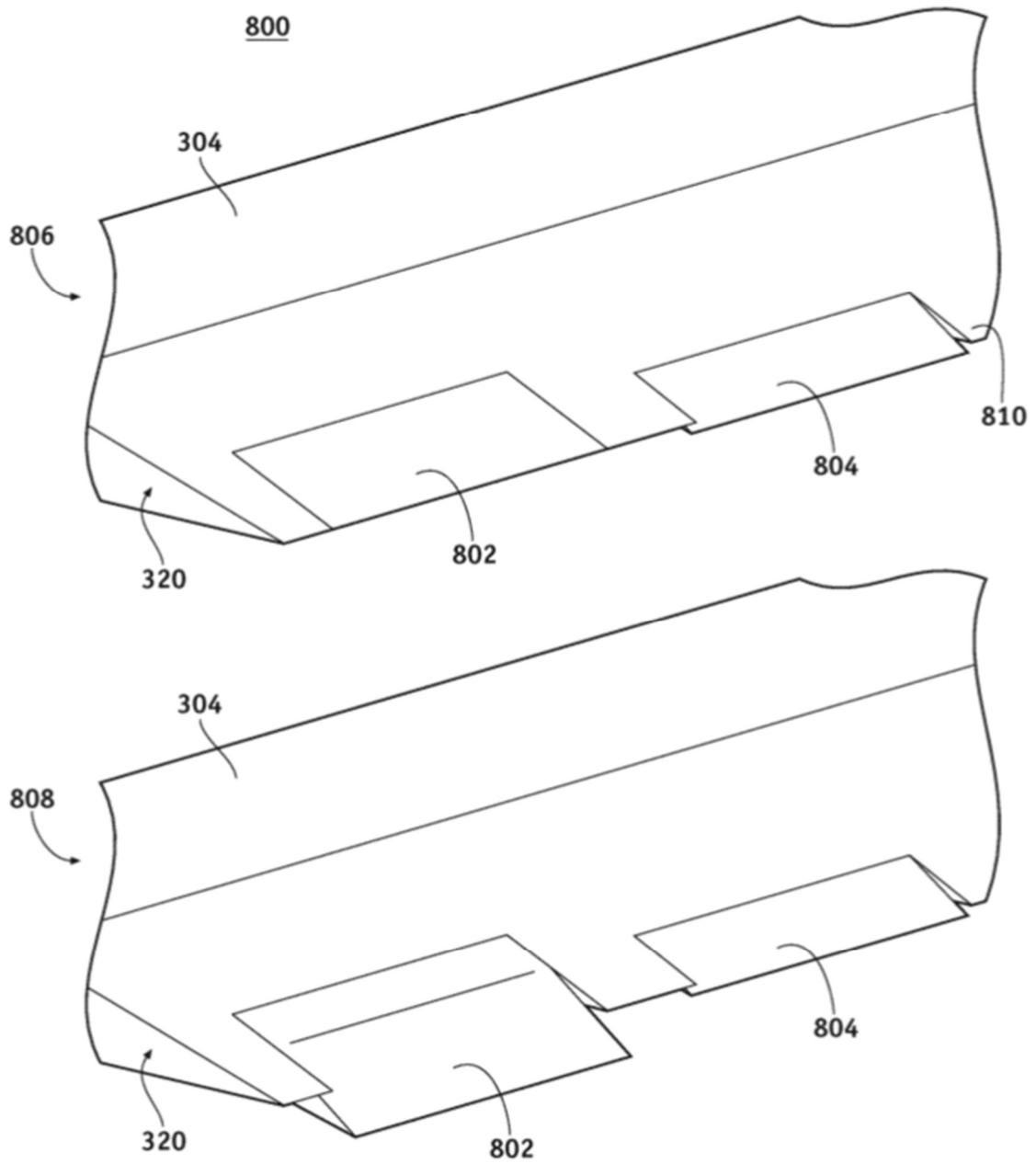
**FIG. 5**



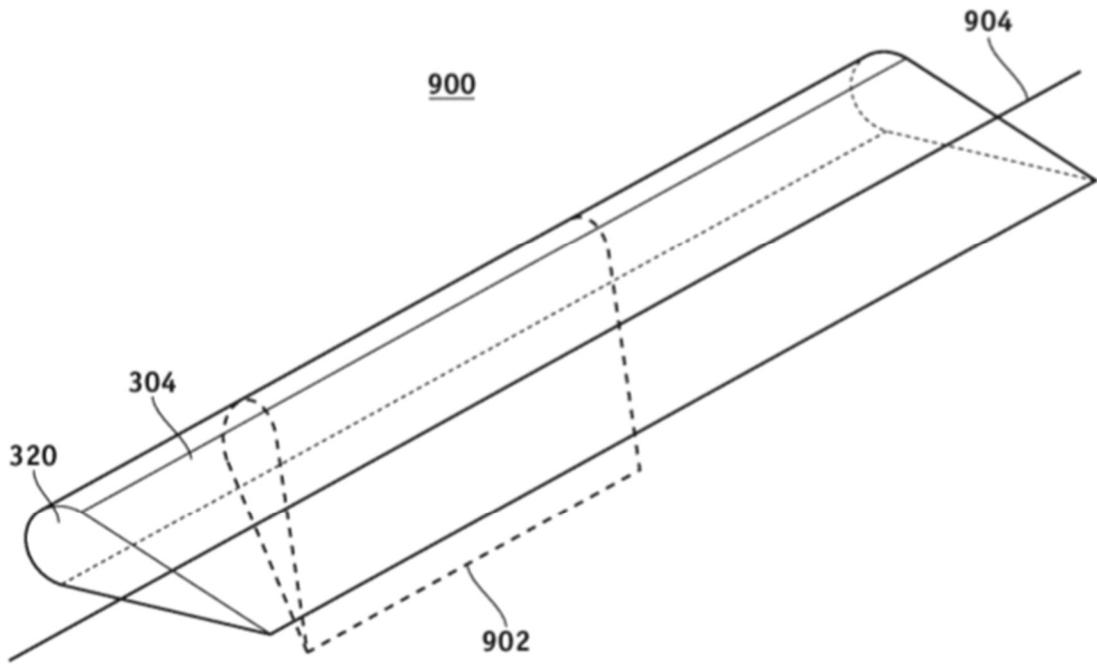
**FIG. 6**



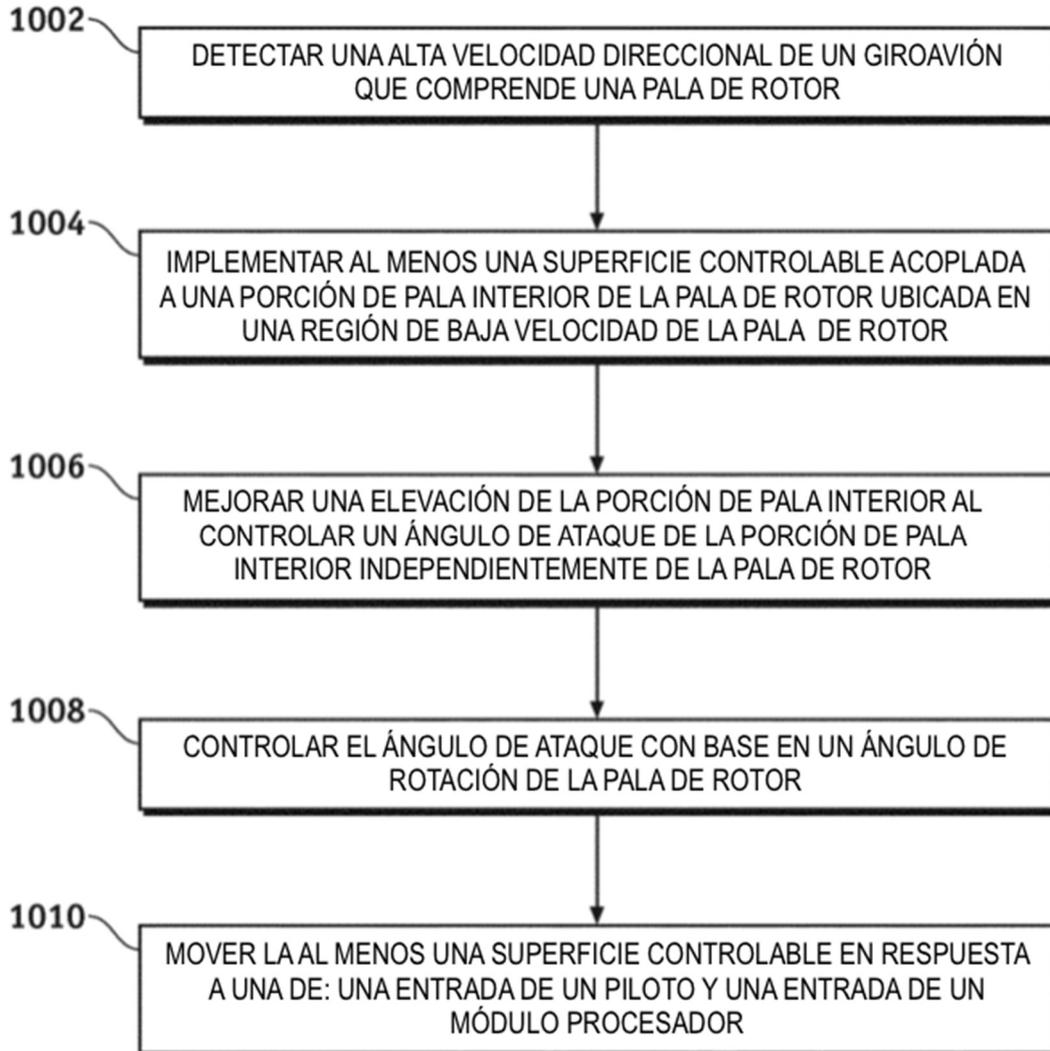
**FIG. 7**



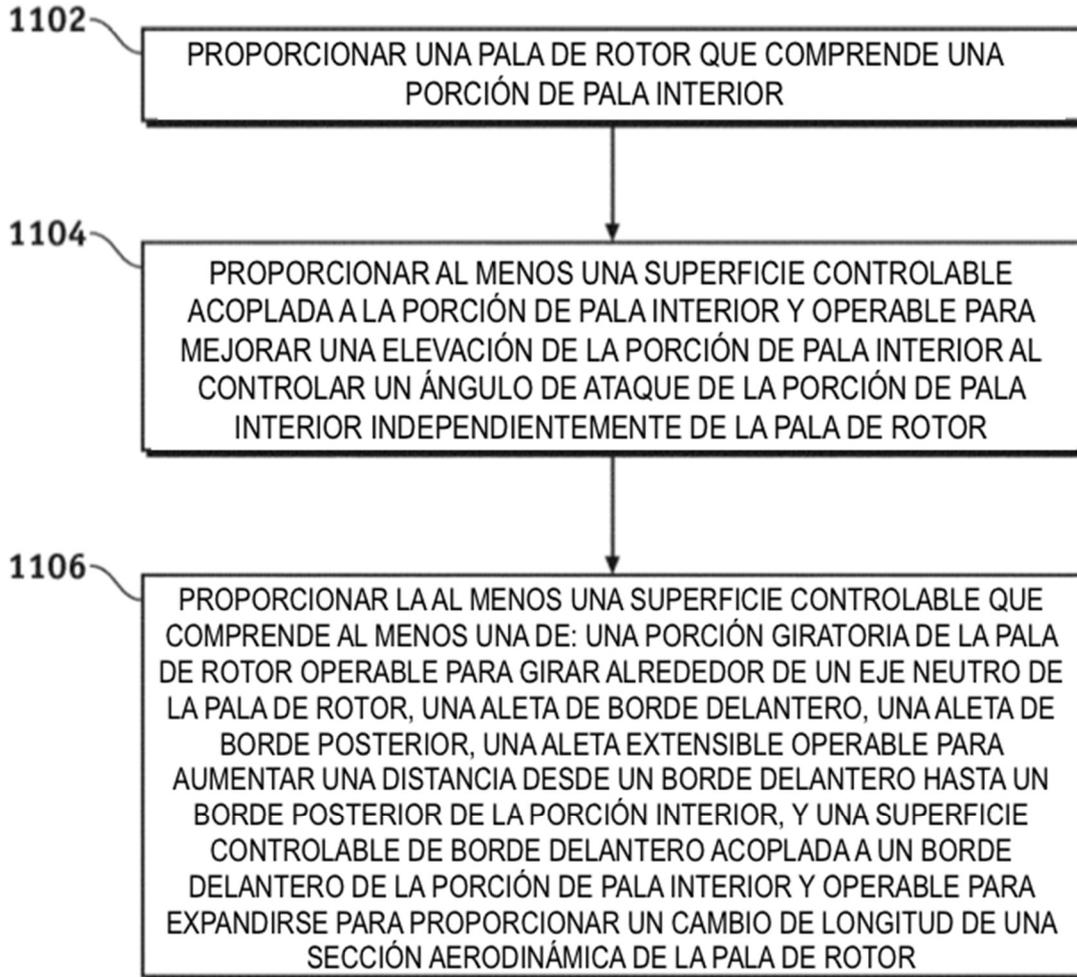
**FIG. 8**



**FIG. 9**

**1000****FIG. 10**

**1100**



**FIG. 11**