

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 748 697**

51 Int. Cl.:

B64C 9/16 (2006.01)

B64C 9/32 (2006.01)

B64C 13/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.03.2017 E 17159094 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2019 EP 3216694**

54 Título: **Estructuras aerodinámicas que tienen alerones de superficie inferior**

30 Prioridad:

09.03.2016 US 201615065128

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

17.03.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**OMEARA, SEAN C.;
GEPPERT, BRIAN E.;
KONINGS, CHRISTOPHER ANDREW;
AMOROSI, STEPHEN ROGER;
VIJGEN, PAUL M.;
JOHNSEN, KEVIN MARK y
SANTINI, GREGORY M.**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 748 697 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

Estructuras aerodinámicas que tienen alerones de superficie inferior

Campo de la divulgación

5 Esta patente se refiere generalmente a estructuras aerodinámicas y, más particularmente, a estructuras aerodinámicas que tienen alerones de superficie inferior.

Antecedentes

10 Durante las maniobras de vuelo tales como frenar o descender (por ejemplo, un descenso rápido) de un avión, superficies aerodinámicas (por ejemplo, superficies de control) tales como alerones o aletas de estructuras aerodinámicas (por ejemplo, alas, estabilizadores, etc.) pueden experimentar cargas significativas debido al flujo de aire sobre las superficies de control durante el vuelo (por ejemplo, números de Mach superiores a 0,5, ascenso o descenso, frenado, etc.) del avión, lo que requiere refuerzos estructurales. Además, la efectividad de las aletas y/o alerones en un ala de un avión, por ejemplo, puede reducirse debido a tales cargas que actúan sobre estas estructuras.

15 En algunos aviones, las aletas encuentran fuerzas/tensiones significativas cuando el avión está maniobrando a velocidades más altas (por ejemplo, números de Mach de 0,5 o más) o sometidos a una maniobra de emergencia, tal como un descenso rápido en números de Mach superiores a 0,9 (por ejemplo, velocidades transónicas, velocidades casi sónicas, etc.). Las fuerzas significativas encontradas pueden necesitar refuerzos estructurales significativos y/o componentes estructurales adicionales para contrarrestar las tensiones causadas por estas fuerzas, agregando así un peso significativo al avión y, de este modo, reduciendo la eficiencia de combustible general del avión. Además, la carga significativa de las aletas puede reducir la efectividad general de las aletas y las actuaciones de las aletas, y, como resultado, las altas fuerzas y/o cargas encontradas por las aletas pueden reducir la capacidad de las aletas para desplazarse/inclinarse y/o moverse a una velocidad suficiente para maniobrar. El documento US 2 147 360 A describe un aparato de control de avión.

Sumario

25 De acuerdo con un primer aspecto de la divulgación, se proporciona:

30 Un aparato que comprende: una estructura aerodinámica de un avión; una aleta de la estructura aerodinámica; un primer alerón de la estructura aerodinámica, siendo el primer alerón para desviarse desde un primer lado de la estructura aerodinámica; y un segundo alerón en un segundo lado de la estructura aerodinámica opuesto al primer lado, siendo el segundo alerón para desviarse desde el segundo lado para reducir una carga en al menos uno del primer alerón o la aleta de la estructura aerodinámica, teniendo el segundo alerón una altura desviada que es aproximadamente del 1 al 2,5 % de la longitud de cuerda de la estructura aerodinámica.

De acuerdo con un segundo aspecto de la divulgación, se proporciona:

35 Un método que comprende: en base a al menos uno de una entrada de vuelo o una condición de vuelo, rotar al menos uno de un alerón de superficie superior que se coloca en un primer lado de una estructura aerodinámica del avión o una aleta de la estructura aerodinámica; y rotar un alerón de superficie inferior colocado en un segundo lado de la estructura aerodinámica que es opuesto al primer lado para afectar una carga en al menos uno del alerón de superficie superior o la aleta que se rota, teniendo el alerón de superficie inferior una altura desviada que es aproximadamente del 1 al 2,5 % de la longitud de cuerda de la estructura aerodinámica.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 ilustra un avión de ejemplo que puede usarse para implementar métodos y aparatos de ejemplo descritos en el presente documento.

45 La figura 2 ilustra un ejemplo de estructura de la superficie inferior de ala en la que se pueden implementar los ejemplos divulgados en el presente documento.

La figura 3 es una vista de una porción de un ejemplo de sistema de alerón de superficie inferior de acuerdo con las enseñanzas de esta divulgación.

50 La figura 4 es una vista en sección transversal de una porción del sistema de alerón de superficie inferior de ejemplo de la figura 3. Las figuras 5A y 5B ilustran estados no desplegado y desplegado, respectivamente, de un ejemplo de sistema de accionamiento que puede usarse junto con el ejemplo de sistema de alerón de superficie inferior de las

figuras 3 y 4.

La figura 5C ilustra un gráfico de desplazamiento angular de ejemplo del sistema de accionamiento de ejemplo de las figuras 5A y 5B.

5 La figura 6A es una vista en sección transversal de un ejemplo alternativo de sistema de alerón de superficie inferior en un estado desviado.

La figura 6B ilustra un gráfico de desplazamiento angular de ejemplo del sistema de accionamiento de ejemplo de la figura 6A. Las figuras 7A y 7B ilustran estados no desplegado y desplegado, respectivamente, de otro ejemplo de sistema de accionamiento.

10 La figura 7C ilustra un diagrama de desplazamiento angular de ejemplo del sistema de accionamiento de ejemplo de las figuras 7A y 7B.

Las figuras 8A y 8B ilustran estados no desplegado y desplegado, respectivamente de otro ejemplo de sistema de accionamiento.

La figura 9 es una descripción esquemática de un ejemplo de sistema de control de alerón de superficie inferior que puede usarse para implementar los ejemplos descritos en el presente documento.

15 La figura 10 es un diagrama de flujo representativo de un método de ejemplo que puede usarse para implementar el sistema de control de alerón de superficie inferior de ejemplo de la figura 9.

La figura 11 es un diagrama de bloques de una plataforma de procesador de ejemplo capaz de ejecutar instrucciones legibles por máquina para implementar el método de ejemplo de la figura 10.

20 La figura 12 es un gráfico de ejemplo que ilustra la efectividad del alerón de los ejemplos divulgados en el presente documento.

25 Las figuras no están a escala. En su lugar, para aclarar múltiples capas y regiones, el espesor de las capas se puede ampliar en los dibujos. Siempre que sea posible, se usarán los mismos números de referencia en todos los dibujos y en la descripción escrita adjunta para referirse a las mismas partes o similares. Como se usa en esta patente, indicando que cualquier parte está posicionada en (por ejemplo, posicionada en, situada en, dispuesto en o formada en, etc.) otra parte, significa que la parte referenciada está en contacto con la otra parte, o que la parte referenciada está por encima de la otra parte con una o más partes intermedias ubicadas entre las mismas. Afirmar que alguna parte está en contacto con otra parte significa que no hay una parte intermedia entre las dos partes.

Descripción detallada

30 Estructuras aerodinámicas que tienen alerones de superficie inferior se divulgan en el presente documento. Durante las maniobras de vuelo, superficies de control (por ejemplo, aletas, deflectores aerodinámicos, alerones, elevadores, timones, etc.) de un avión pueden trabajar para proporcionar la dinámica de vuelo apropiada para maniobrar el avión y/o controlar la velocidad del avión. En particular, las posiciones, ángulos y/o desviaciones de una o más superficies de control (por ejemplo, aletas, deflectores aerodinámicos, etc.) pueden variar para maniobrar el avión. Durante estas maniobras de vuelo, superficies de control tales como aletas o alerones (por ejemplo, superficies de control
35 utilizadas para reducir la elevación del avión) en un ala de un avión, por ejemplo, puede encontrar cargas significativas debido al flujo de aire asociado con el vuelo (por ejemplo, crucero de alta velocidad y/o maniobras). En particular, las aletas y/o los alerones de un avión pueden encontrar fuerzas significativas cuando el avión está maniobrando y/o frenando a velocidades relativamente altas (por ejemplo, números de Mach de 0,5 o más) y/o realizando una maniobra de emergencia, tal como un descenso rápido en números de Mach transónicos que son de
40 alrededor o mayores a 0,9, por ejemplo. Estas fuerzas significativas pueden requerir que las aletas y/o los alerones tengan refuerzos estructurales significativos y/o componentes de refuerzo adicionales para contrarrestar tales fuerzas, lo que requiere un peso adicional que puede reducir la eficiencia general de combustible del avión. Además, la carga significativa de estas aletas puede reducir la efectividad general de las aletas (por ejemplo, habilidad para maniobrar el avión).

45 Los ejemplos divulgados en el presente documento permiten la reducción de las cargas encontradas por estas superficies de control y, de este modo, también permiten una mayor efectividad de las superficies de control. Además, los ejemplos divulgados en el presente documento reducen (por ejemplo, minimizan) la necesidad de fortalecer/reforzar las superficies de control con componentes estructurales adicionales, por ejemplo.

50 Los ejemplos divulgados en el presente documento tienen un alerón dispuesto en una superficie inferior de una estructura aerodinámica (por ejemplo, un ala, un estabilizador, etc.) de un avión para afectar y/o reducir las cargas

encontradas por las superficies de control, tales como aletas u otros alerones, tal como los alerones de superficie superior, por ejemplo, de la estructura aerodinámica y/o permitir que las superficies de control maniobren más efectivamente el avión a velocidades significativas (por ejemplo, mayor que Mach 0,5). En un estado no desplegado, el alerón de la superficie inferior de los ejemplos descritos aquí define al menos parcialmente una superficie inferior de la estructura aerodinámica. En particular, el alerón de superficie inferior no está en ángulo con respecto a la superficie inferior en el estado no desplegado, definiendo así parcialmente la superficie inferior en el estado no desplegado.

Para colocar el alerón de superficie inferior en un estado desviado donde el alerón de superficie inferior está en ángulo con respecto a la superficie inferior, el alerón de superficie inferior se puede mover (por ejemplo, rotar, angular, accionar, etc.) junto con otras superficies de control, tal como una aleta y/u otro alerón. Por ejemplo, el alerón de superficie inferior puede desplazarse (por ejemplo, accionado) junto con otras superficies de control (por ejemplo, aletas, alerones, flaperones, etc.) a través de un enlace, una junta y/o sistema de enlace que incluye elementos/enlaces de soporte y otros componentes para trasladar el movimiento. Como resultado, los ejemplos divulgados en el presente documento pueden usarse para mejorar la efectividad de los alerones de superficie superior correspondientes en el frenado desplegando el alerón de superficie inferior junto con el alerón de superficie superior. En particular, un accionador puede accionar un alerón de superficie superior a un estado desplegado que, a su vez, gira una manivela, por ejemplo, haciendo que el alerón de superficie inferior se despliegue junto con el alerón de superficie superior para afectar (por ejemplo, reducir) las cargas encontradas por el alerón de superficie superior y/o aumentar la efectividad de frenado para el avión. En algunos ejemplos, adicional o alternativamente, el alerón de superficie inferior se despliega junto con una aleta que está aguas abajo (por ejemplo, a lo largo de una dirección de flujo de aire) del alerón de superficie inferior.

En algunos ejemplos, el alerón de superficie inferior se controla basado en controles de comando de entrada (por ejemplo, comandos de vuelo desde una cabina, etc.). En particular, el alerón de superficie inferior está en ángulo/desviado lejos de la superficie inferior de la estructura aerodinámica, por ejemplo, basado en los controles de entrada de vuelo durante una maniobra de vuelo donde el alerón de superficie superior y/o la aleta también se desvían (por ejemplo, un descenso rápido definido a través de controles de entrada). Adicional o alternativamente, el alerón inferior es controlado/desviado basado en una condición de vuelo, que se determina a partir de los datos del sensor de vuelo (por ejemplo, datos de vuelo que indican que la aeronave está experimentando un rápido descenso), por ejemplo. En algunos ejemplos, el alerón de la superficie inferior se despliega rápidamente en ciertos escenarios y/o condiciones de vuelo definidas utilizando pernos explosivos o una bolsa de aire, por ejemplo.

Como se usa en los ejemplos divulgados en el presente documento, el término "superficie de control" se refiere a un componente y/o a una superficie que define una superficie de flujo aerodinámico utilizada para controlar el vuelo y/o la navegación de un avión u otro vehículo en función del flujo de fluido (por ejemplo, flujo de aire durante el movimiento y/o vuelo). Por ejemplo, el término "superficie de control" puede abarcar una superficie de una estructura aerodinámica (por ejemplo, una superficie superior de una aleta) o un componente activamente desplazado y/o girado tal como una aleta, alerón, por ejemplo. Tal y como se usa en el presente documento, el término "una longitud de cuerda" se refiere a una longitud a lo largo de una ruta de flujo o dirección de flujo de aire a lo largo de una dirección de desplazamiento de un avión, a menos que se describa lo contrario. Tal como se usa en el presente documento, el término "ángulo desde la horizontal" de un avión se refiere a un ángulo y/o ángulos relativos que corresponden a un plano de referencia definido como un ángulo alejado de una posición neutra de una superficie de control, mientras que el término "horizontal" en este contexto se refiere a la posición y/o ángulo neutro de la superficie de control. Tal y como se usa en el presente documento, el término "superficie superior" se refiere a una superficie superior (por ejemplo, una superficie superior del ala) de un avión en el lado opuesto del tren de aterrizaje del avión, mientras que el término "superficie inferior" se refiere a un lado de la superficie inferior (por ejemplo, una superficie inferior del ala) que corresponde al tren de aterrizaje.

La figura 1 ilustra un ejemplo de avión 100 en el que se pueden implementar los ejemplos divulgados en el presente documento. En el ejemplo ilustrado, el avión 100 incluye estabilizadores 102 y alas 104 unidas a un fuselaje 106. Las alas 104 del ejemplo ilustrado tienen superficies de control (por ejemplo, aletas, alerones, lengüetas, etc.) 108, algunas de las cuales están ubicadas en un borde posterior de las alas 104 y pueden desplazarse o ajustarse (por ejemplo, angularse, etc.) para proporcionar elevación durante el despegue, aterrizaje y/o maniobras de vuelo. En algunos ejemplos, se operan las superficies de control 108 (es decir, desplazan) independientemente entre sí. Las superficies de control 108 incluyen aletas de borde delanteras 109, listones de borde delantero 110, alerones superiores (por ejemplo, alerones de vuelo, alerones de tierra, alerones de superficie superior, etc.) 112, y aletas de borde posterior (por ejemplo, aletas giratorias) 114. Las superficies de control 108 del ejemplo ilustrado también incluyen alerones 118 y flaperones 120. En este ejemplo, los estabilizadores 102 incluyen elevadores 122 y un timón 123. Las alas 104 también definen superficies superiores e inferiores (por ejemplo, lados superior e inferior, superficies aerodinámicas superior e inferior, etc.) 124, 126, respectivamente.

Para controlar el vuelo del avión 100, los alerones de superficie superior 112 del ejemplo ilustrado alteran la elevación y la resistencia del avión 100. Las aletas 114 alteran la elevación y el cabeceo del avión 100. Los flaperones 120 y los alerones 118 del ejemplo ilustrado alteran la inclinación del avión 100. En este ejemplo, los

listones 110 alteran la elevación del avión 100. Las superficies de control 108 del ejemplo ilustrado también juegan un papel en el control de la velocidad del avión 100. Por ejemplo, los alerones de superficie superior 112 pueden usarse para frenar el avión 100. Cualquiera de las superficies de control 108 del ejemplo ilustrado puede moverse independientemente (por ejemplo, desviarse) para controlar la distribución de carga en diferentes direcciones sobre el ala 104, dirigiendo así el movimiento del avión 100.

Los ejemplos descritos en el presente documento pueden aplicarse a superficies de control asociadas con cualquiera de los estabilizadores 102, las alas 104 y/o cualquier otra estructura exterior o externa (por ejemplo, un estabilizador horizontal, un puntal de ala, un puntal de motor, un estabilizador de canard, etc.) del avión 100. En particular, las alas 104 y/o los estabilizadores 102 pueden tener superficies de control 108 que se pueden ajustar para maniobrar el avión 100 y/o para controlar la velocidad del avión 100, por ejemplo. Adicional o alternativamente, en algunos ejemplos, el fuselaje 106 tiene superficies de control, que pueden desviarse, para alterar las características de maniobra de vuelo durante el crucero y/o el despegue del avión 100.

La figura 2 ilustra un ejemplo de estructura/alerón de superficie inferior (por ejemplo, una cuña de superficie inferior, una puerta de bóveda, una puerta de tapa de bóveda, conjunto de alerón inferior, etc.) 202 en la superficie inferior 126 del ala 104 de un avión (por ejemplo, el avión 100 de la figura 1) de acuerdo con las enseñanzas de esta divulgación. El alerón de superficie inferior 202 incluye una primera porción 204, una segunda porción 206 y una tercera porción 208. En este ejemplo, la primera, segunda y tercera porciones 204, 206, 208 no son contiguas y/o están separadas entre sí, pero pueden formar una estructura unitaria en otros ejemplos.

El alerón de superficie inferior 202 del ejemplo ilustrado se coloca/posiciona y/o se aproxima al lado inferior (por ejemplo, un lado inferior, una superficie inferior, etc.) 126 del ala 104. En particular, el alerón de superficie inferior 202 define al menos una porción y/o superficie del lado inferior 126 del ala 104 de ejemplo cuando el alerón de superficie inferior 202 está en un estado no desplegado/sin flexión desde su posición neutra. En este ejemplo, el alerón de superficie inferior 202 está aguas arriba en relación con la aleta 114 a lo largo de una dirección de flujo de aire a través del ala 104 durante el vuelo. Como alternativa, el alerón de superficie inferior 202 también puede extenderse a través de un tramo del ala 104 hasta una posición aguas arriba del alerón 118 o puede colocarse aguas arriba del alerón 118, pero no la aleta 114.

La figura 3 es una vista detallada en despiece del conjunto de alerón inferior 202 de ejemplo de la figura 2. En la vista de la figura 3, la primera, segunda y tercera porciones 204, 206, 208 se muestran en un estado desplegado en el que están alejadas de la superficie inferior 126 del ala 104. En particular, la primera, segunda y tercera porciones 204, 206, 208 del ejemplo ilustrado pivotan alrededor de un eje 302 definido por una articulación (por ejemplo, una articulación giratoria). En este ejemplo, la primera porción 204 incluye una sección alargada 306 dividida en segmentos 308 y 310. De manera similar, la segunda porción 206 se divide en segmentos 312, 314 y 316, y la tercera porción 208 se separa en segmentos 318 y 320. Cualquiera de los segmentos 308, 310, 312, 314, 316, 318 y/o 320 pueden moverse independientemente entre sí o al unísono.

En operación, la primera, segunda y tercera porciones 204, 206, 208 del ejemplo ilustrado pivotan (por ejemplo, giran) hacia abajo a lo largo del eje 302 y lejos de la superficie inferior 126 del ala 104 para afectar y/o reducir las cargas encontradas por el alerón de superficie superior 112, aumentando así la efectividad (por ejemplo, una efectividad de maniobra y/o frenado) del alerón de superficie superior 112. En algunos ejemplos, adicional o alternativamente, el alerón de superficie inferior 202 pivota junto con la aleta 114 para reducir las cargas encontradas por la aleta 114. En particular, en algunos ejemplos, este giro permite una expansión del flujo de fluido de Prandtl-Meyer en la superficie inferior 126, reduciendo así las cargas encontradas por la superficie inferior 126.

En este ejemplo, la primera, segunda y tercera porciones 204, 206, 208 pivotan alejándose del ala 104 simultáneamente. Sin embargo, en otros ejemplos, cualquiera de la primera, segunda y tercera porciones 204, 206, 208 pueden pivotar independientemente (por ejemplo, pueden controlarse independientemente) entre sí para variar el grado de cargas encontradas por la aleta 114 y/o el alerón de la superficie superior 112 para mejorar las maniobras y/o el frenado del avión 100.

La manera en que el alerón 202 de la superficie inferior gira y/o se desplaza con respecto al ala 104 se describe con mayor detalle a continuación en relación con las figuras 4-8B. En este ejemplo, la primera, segunda y tercera porciones 204, 206, 208 tienen una relación aproximada definida por una longitud (por ejemplo, una longitud de cuerda) de la primera, segunda y tercera porciones 204, 206, 208 a una longitud (por ejemplo, una longitud de cuerda) del alerón de la superficie superior 112 (a lo largo de una dirección de vuelo) de aproximadamente 0,2 a 0,45.

La figura 4 es una vista en sección transversal de una porción del alerón de superficie inferior 202 de ejemplo de las figuras 2 y 3. Para mayor claridad, en la vista de la figura 4, el alerón de superficie inferior 202 se muestra en un estado no desplegado, que se indica mediante líneas continuas y un estado desplegado, que se indica mediante líneas punteadas. En este ejemplo, la primera porción 204 del alerón de superficie inferior 202 incluye un pivote (por ejemplo, una articulación, un pivote giratorio) 402 que define el eje de rotación 302 antes mencionado de la figura 3,

una superficie exterior (por ejemplo, una pared exterior, una pared de aleta, etc.) 404, una abrazadera de soporte 406 que tiene un tope (por ejemplo, un tope de goma) 408 en un soporte en ángulo 410. En algunos ejemplos, el alerón de superficie inferior 202 incluye una superficie de contacto 411. En algunos ejemplos, un resorte (por ejemplo, un resorte de torsión) 412 está operativamente (por ejemplo, mecánicamente) acoplado al pivote 402. En algunos ejemplos, una punta de interfaz (por ejemplo, porción de sellado) 414 contacta y/o sella contra la aleta 114 cuando el alerón de superficie inferior 202 está en el estado no desplegado.

Para desplegar el alerón de superficie inferior 202 y/o colocar el alerón de superficie inferior 202 en un ángulo con respecto a la superficie inferior 126 para reducir las cargas encontradas por el alerón de superficie superior 112 y/o la aleta 114 durante velocidades relativamente altas (por ejemplo, Mach 0,5 y superior) y/o maniobras atípicas (por ejemplo, descenso o ascenso rápido, etc.), el alerón inferior 202 gira alrededor del pivote 402 en un estado desplegado mediante un dispositivo de movimiento (por ejemplo, un accionador, un dispositivo de alivio de presión, pernos explosivos, una bolsa de aire, un solenoide, etc.). En algunos ejemplos, el alerón inferior 202 es empujado por el resorte 412 en un estado no desplegado y un accionador y/u otro dispositivo de movimiento hace que el alerón inferior 202 se desplace/gire fuera de la superficie inferior 126 contra la fuerza del resorte 412 en el estado desplegado. Como alternativa, el alerón de superficie inferior 202 está desviada al estado desplegado por el resorte 412 y un dispositivo de movimiento mueve el alerón de superficie inferior 202 al estado no desplegado. Como se discutirá con mayor detalle a continuación en relación con las figuras 5A-8B, el alerón de superficie inferior 202 puede desplegarse/no desplegarse junto con otros componentes aerodinámicos o puede moverse (por ejemplo, accionarse) independientemente.

Para restringir el movimiento del alerón de superficie inferior 202 en relación con la superficie inferior 126, el tope 408, que es cilíndrico y compuesto, al menos en parte de caucho en este ejemplo, se desplaza hacia la superficie inferior 126 a medida que la primera porción 204 gira hasta que el tope 408 se acopla a la superficie de contacto 411, limitando así la cantidad de rotación del alerón de superficie inferior 202 con respecto a la superficie inferior 126.

Las figuras 5A y 5B ilustran estados desplegados y no desplegados, respectivamente, de un ejemplo de sistema de accionamiento 500 en el que se mueve el alerón de superficie inferior 202 (por ejemplo, girado) alrededor del pivote 402 junto con otros componentes, que puede incluir el alerón de superficie superior 112 y/o la aleta 114. En otras palabras, en el ejemplo de las figuras 5A y 5B, el alerón de superficie inferior 202 no se desplaza/pivota independientemente del alerón de superficie superior 112 y/o la aleta 114. Sin embargo, en algunos ejemplos tales como el ejemplo ilustrado de las figuras 8A y 8B descritos a continuación, el alerón de superficie inferior 202 puede operar de forma independiente en función de una condición o condiciones de vuelo y/o entradas de vuelo, por ejemplo.

Volviendo en detalle a la figura 5A, para accionar y acoplar el movimiento del alerón de superficie inferior 202 al alerón de superficie superior 112, el sistema de accionamiento 500 de ejemplo incluye un accionador 502, una junta rotacional (por ejemplo, un pivote de acoplamiento, una manivela, una junta giratoria, una manivela pivotante, etc.) 508 que define un eje de rotación 509, un pivote giratorio 510 del alerón de superficie superior 112, un pivote 512 de la aleta 114 y brazos 516 (por ejemplo, enlaces, levas y/o cables de desplazamiento, etc.). Como se puede ver en el ejemplo ilustrado de la figura 5A, en un estado no desplegado del alerón de superficie inferior 202 y el alerón de superficie superior 112, el alerón de superficie inferior 202 define al menos parcialmente la superficie inferior 126 mientras que el alerón de superficie superior 112 define al menos parcialmente la superficie superior 124. En este ejemplo, cuando la aleta 114 gira alrededor del pivote 512 en su respectiva posición neutra, la aleta 114 también define al menos parcialmente la superficie superior 124 y la superficie inferior 126.

Para acoplar el movimiento del alerón de superficie superior 112 al alerón de superficie inferior 202, los brazos 516 unen operativamente la junta de acoplamiento 508 al alerón de superficie superior 112 y al alerón de superficie inferior 202. En particular, este acoplamiento mecánico/disposición física y/o el movimiento cinemático resultante del ejemplo ilustrado permite la rotación simultánea del alerón de superficie inferior 202 cuando el alerón de superficie superior 112 se inclina/desvía de la superficie superior 124 en respuesta a una entrada de accionamiento del accionador 502. Adicional o alternativamente, los brazos 516 también pueden estar acoplados operativamente a la aleta 114 de manera que la aleta 114 se pueda girar alrededor del pivote 512 junto con al menos uno del alerón de superficie superior 112 o el alerón inferior 202.

En algunos ejemplos, el sistema de accionamiento 500 también incluye un embrague 518, que puede usarse para variar un grado de acoplamiento y/o movimiento angular relativo entre el alerón de superficie superior 112, la aleta 114 y/o el alerón inferior 202. Sin embargo, el embrague 518 puede usarse para variar un grado de acoplamiento rotacional entre cualquiera de los alerones de superficie superior 112, el alerón inferior 202 y/o la aleta 114 (por ejemplo, un grado en el que son movidos/desplazados/rotados por el accionador 502 entre sí). Sin embargo, en este ejemplo, la aleta 114 gira independientemente del alerón de superficie superior 112 y el alerón de superficie inferior 202. En algunos ejemplos, el embrague 518 puede acoplar/desacoplar el movimiento de la aleta 114 del alerón inferior 202 y/o el alerón de superficie superior 112 en función de la entrada de vuelo y/o las condiciones de vuelo.

En algunos ejemplos, al menos uno del alerón de superficie superior 112 o el alerón inferior 202 está cargado por resorte para ser empujado a una posición desplegada/abierto o una posición no desplegada/cerrada. En algunos ejemplos, el accionador 502 está acoplado operativamente a la junta de acoplamiento 508 y/o los brazos 516 para dirigir el movimiento/accionamiento tanto del alerón de superficie superior 112 como del alerón inferior 202 simultáneamente, por ejemplo.

Volviendo a la figura 5B, el alerón de superficie inferior 202 junto con el alerón de superficie superior 112 se muestran en una posición desplegada. Como se describe anteriormente en relación con la figura 5A, el movimiento del alerón de superficie superior 112 está acoplado al movimiento del alerón inferior 202 (por ejemplo, durante una maniobra de frenado). Como se puede ver en la vista de la figura 5B, el alerón de superficie inferior 202 gira alrededor del pivote 402 en respuesta al movimiento del acoplador 508 que es causado por una desviación del alerón de superficie superior 112 alrededor del pivote 510 debido a un movimiento de accionamiento del accionador 502 que se traduce a través de los brazos 516. Como resultado, el alerón de superficie superior 112 gira alrededor del pivote 510 en un ángulo (por ejemplo, un ángulo de rotación) 530, que se indica con " θ_s ". Igualmente, el alerón de superficie inferior 202 gira alrededor del pivote 402 en un ángulo 532, que se indica con " θ_{ms} ".

En este ejemplo, el alerón de superficie inferior 202 define una altura desviada 534, que se indica por "h". La altura desviada 534 del ejemplo ilustrado es aproximadamente del 1 al 2,5 % (por ejemplo, 1,5 a 2% en ciertos ejemplos) de la longitud de cuerda (por ejemplo, desde el borde delantero hasta el borde trasero) del ala 104. Seleccionar una altura desviada para tener un factor de tamaño y/o una relación proporcional con la longitud de cuerda es efectivo para reducir las cargas de otras superficies de control (por ejemplo, otros alerones y/o aletas). En algunos ejemplos, la altura desviada 534 se controla y/o altera con respecto a una altura desviada del alerón de superficie superior 112. Por ejemplo, la altura desviada 534 puede ser relativamente pequeña a bajas alturas de desviación del alerón de superficie superior 112, luego aumentar significativamente junto con las alturas del alerón de superficie superior 112, y luego permanecer a alturas de deflexión relativamente altas del alerón de superficie superior 112.

En algunos ejemplos, un primer espacio definido por el alerón de superficie superior 112 en un estado desplegado y un segundo espacio definido por el alerón de superficie inferior 202 en su estado desplegado respectivo definen un flujo 538 entre el primer y segundo espacios.

La figura 5C ilustra un ejemplo de gráfico de desplazamiento angular 540 del sistema de accionamiento 500. El gráfico de desplazamiento 540 incluye un eje horizontal 542 que indica un desplazamiento angular del alerón de superficie superior 112 (por ejemplo, el ángulo 530), mientras que un eje vertical 544 indica un desplazamiento angular del alerón de superficie inferior 202 (por ejemplo, el ángulo 532). Como se puede ver por una curva 546 del gráfico 540, un grado en el que el alerón de superficie inferior 202 gira en relación (por ejemplo, movimiento angular relativo, grado de movimiento angular relativo) al alerón de superficie superior 112 se exhibe por un comportamiento generalmente lineal de una porción lineal 548. Por lo tanto, un grado en el que el alerón de superficie inferior 202 gira con el alerón de superficie superior 112 se define generalmente por una pendiente de la porción lineal 548. Además, la relación angular entre el alerón de superficie inferior 202 y el alerón de superficie superior 112 exhibe un comportamiento no lineal en una porción no lineal 550, que también incluye un punto de inflexión 552. El ejemplo de la relación angular de la figura 5C es solo un ejemplo y se puede usar cualquier otra relación angular apropiada basada en el diseño del avión, diseño de componentes y/o dinámica de vuelo, etc.

La figura 6A ilustra un estado desplegado de un ejemplo de sistema de accionamiento 600, que es similar al ejemplo del sistema de accionamiento 500 de la figura 5. Sin embargo, en contraste con el sistema de accionamiento 500 de ejemplo, el alerón de superficie inferior 202 se mueve (por ejemplo, gira) a lo largo del eje de pivote 402 junto con el alerón de superficie superior 112, pero en diferentes grados o de acuerdo con una proporción variable en diferentes rangos de desplazamiento angular (por ejemplo, diferentes ángulos de desplazamiento, diferentes desplazamientos angulares). En particular, el alerón de superficie inferior 202 del ejemplo ilustrado gira en una cantidad relativamente menor con respecto a la rotación del alerón de superficie superior 112 cuando el alerón de superficie superior 112 no se gira significativamente desde su posición neutra (por ejemplo, un movimiento de menos de 10 grados del alerón de la superficie superior 112 desde su posición neutra/sin desplegar). Sin embargo, el alerón de superficie inferior 202 aumenta una cantidad de rotación con respecto al alerón de superficie superior 112 a medida que el alerón de superficie superior 112 se gira más lejos (por ejemplo, en ángulos superiores a 10 grados) desde la posición neutra. El ejemplo del sistema de accionamiento 600 incluye un pivote (por ejemplo, una articulación pivotante, una manivela, etc.) 602, que acopla el movimiento del alerón de superficie superior 112 al alerón de superficie inferior 202 y tiene un eje de rotación 604 correspondiente, un accionador 606 y acoplamientos mecánicos (por ejemplo, brazos de accionamiento, enlaces, etc.) 608.

Para variar un grado de movimiento relativo entre el alerón de superficie superior 112 al alerón de superficie inferior 202 a lo largo de diferentes ángulos de desplazamiento angular, las relaciones cinemáticas apropiadas y/o las longitudes de los acoplamientos mecánicos 608 junto con una posición relativa y/o forma del pivote 602 se definen en base a los requisitos de movimiento/desplazamiento (por ejemplo, desplazamientos angulares y/o variación entre desplazamientos angulares, etc.). En particular, longitudes y/o posiciones de los acoplamientos mecánicos 608, extremos/porciones pivotantes de los acoplamientos mecánicos 608, el número de acoplamientos mecánicos 608

(por ejemplo, un enlace de cuatro barras, etc.) se definen y/o seleccionan para definir un movimiento relativo variado entre el alerón de superficie superior 112 y el alerón de superficie inferior 202 en diferentes ángulos de rotación.

En este ejemplo, el accionador 606 acciona el alerón de superficie superior 112 que, a su vez, gira el pivote 602 junto con el alerón de superficie inferior 202 a través de los acoplamientos mecánicos 608. En algunos ejemplos, el pivote 602 es accionado por el accionador 606, girando así el alerón de superficie superior 112 y el alerón de superficie inferior 202. En algunos ejemplos, el accionador 606 acciona solo el alerón de superficie inferior 202 independientemente del alerón de superficie superior 112 y la aleta 114 (por ejemplo, basado en las condiciones de vuelo y/o entrada de vuelo).

La figura 6B ilustra un ejemplo de gráfico de desplazamiento angular 620 del sistema de accionamiento 600. El gráfico de desplazamiento 620 incluye un eje horizontal 622 que indica un desplazamiento angular del alerón de superficie superior 112, mientras que un eje vertical 624 indica un desplazamiento angular del alerón de superficie inferior 202. En contraste con el gráfico 540 de la figura 5C y como se puede ver por una curva 626, un grado en el que el alerón de superficie inferior 202 gira con relación al alerón de superficie superior 112 exhibe variación en el rango de posiciones angulares (por ejemplo, una pendiente variable a través de diferentes posiciones angulares) en este ejemplo. En particular, a medida que el alerón de superficie superior 112 gira cerca de su posición neutral en una región 628 de la curva 626, el alerón de superficie inferior 202 gira una cantidad menor en relación con (es decir, menos grados por grado) la rotación del alerón de la superficie superior 112 (por ejemplo, en desplazamientos rotacionales del alerón de superficie superior 112 que son menores de 10 grados). Sin embargo, en una región 630 de la curva 626 en un rango significativo más allá de una posición neutra del alerón de la superficie superior 112, el alerón de superficie inferior 202 gira a una velocidad mayor (es decir, un mayor número de grados por grado de rotación del alerón de superficie superior 112) en comparación con la región 628. Por lo tanto, un grado en el que el alerón de superficie inferior 202 gira junto con el alerón de superficie superior 112 no es generalmente uniforme y/o lineal, como se muestra en el ejemplo ilustrado de la figura 5C hasta la región 630. En contraste con el ejemplo expuesto en la figura 5C, el gráfico 620 exhibe la región no lineal 628 en desplazamientos angulares inferiores en lugar de desplazamientos angulares relativamente altos del alerón de superficie superior 112.

Adicional o alternativamente, el desplazamiento angular del alerón de superficie inferior 202 puede estar relacionado con el desplazamiento angular de la aleta 114 (por ejemplo, el eje horizontal 622 puede representar el movimiento de la aleta 114). El ejemplo de la relación angular de la figura 6B es solo un ejemplo y se pueden usar otras relaciones angulares apropiadas basadas en el diseño del avión, diseño de componentes y/o dinámica de vuelo, etc.

Las figuras 7A y 7B ilustran estados desplegados y no desplegados, respectivamente, de otro ejemplo más del sistema de accionamiento 700. Volviendo a la figura 7A, el sistema de accionamiento 700 de ejemplo incluye un enlace único y/o enlace 702 que tiene un primer extremo pivotante 704 y un segundo extremo pivotante 706. El sistema de accionamiento 700 de ejemplo también incluye un accionador 708 que acciona el alerón de superficie superior 112.

En operación, el enlace único 702 del ejemplo ilustrado acopla y controla el movimiento del alerón de superficie inferior 202 en relación con el alerón de superficie superior 112. En particular, el enlace 702 del ejemplo ilustrado se hace desplazar por una entrada de accionamiento del accionador 708 al alerón de superficie superior 112, de este modo, el movimiento de acoplamiento entre el alerón de superficie superior 112 y el alerón de superficie inferior 202 sin el uso de una manivela, por ejemplo.

Volviendo a la figura 7B, el sistema de accionamiento 700 se muestra en un estado desplegado en el que el accionador 708 ha girado el alerón de superficie superior 112 en un ángulo 720, que se representa con " θ_s ". Igualmente, el alerón de superficie inferior 202 gira a un ángulo 722, que se representa con " θ_{ms} ", basado en el giro y/o la rotación del enlace 702. A medida que el alerón de superficie inferior 202 gira a esta posición desplegada, el alerón de superficie inferior 202 define una altura 724, que se representa con "h", basada en el movimiento del enlace 702. La altura 724 del ejemplo ilustrado es aproximadamente del 1-2,5 % (por ejemplo, 1,5 a 2% en ciertos ejemplos) de una longitud de cuerda (por ejemplo, una longitud fluida desde un borde delantero hasta un borde trasero) del ala 104 para reducir las cargas encontradas por el alerón de superficie superior 112, por ejemplo.

La figura 7C es un gráfico 730 que representa el movimiento relativo entre el alerón de superficie inferior 202 y el alerón de superficie superior 112 del sistema de accionamiento de ejemplo 700 de las figuras 7A y 7B. El gráfico 730 tiene un eje vertical 732, que representa el ángulo 722 del alerón de superficie inferior 202. El gráfico 730 también tiene un eje horizontal 734, que representa el ángulo 720 del alerón de superficie superior 112. Como se puede ver en el gráfico 730, el enlace 702 define la forma característica de la curva 736 que incluye diferentes regiones curvas que tienen pendientes diferentes. Si bien se muestra un ejemplo de relación angular entre el alerón de superficie superior 112 y el alerón de superficie inferior 202, cualquier forma de curva apropiada de la curva 736 puede definirse para acomodar una aplicación particular, y/o forma o propiedad aerodinámica. Como resultado, las relaciones angulares de ejemplo de los ejemplos descritos en este documento pueden alterarse y/o caracterizarse para satisfacer las necesidades de diseño y/o aplicación aerodinámica.

Las figuras 8A y 8B ilustran estados desplegados y no desplegados, respectivamente, de otro ejemplo del sistema de accionamiento 800 en el que los alerones se operan/desvían independientemente entre sí. Volviendo a la figura 8A, el ejemplo de sistema de accionamiento 800 incluye un actuador de alerón de superficie superior 802 que está acoplado operativamente a una junta 804 del alerón de superficie superior 112. Igualmente, el ejemplo de sistema de accionamiento 800 también incluye un accionador de alerón de superficie inferior 806 que está acoplado operativamente a una junta 808 del alerón de superficie inferior 202. En contraste con los ejemplos de sistemas de accionamiento 500, 600, 700 descritos anteriormente en relación con las figuras 5A-7C respectivamente, el alerón de superficie superior 112 y el alerón de superficie inferior 202 son accionados independientemente entre sí. Sin embargo, el movimiento tanto del alerón de superficie superior 112 como del alerón de superficie inferior 202 del ejemplo ilustrado puede coordinarse a través de un circuito de control y/o un sistema de control de accionamiento, por ejemplo.

La figura 8B muestra el ejemplo del sistema de accionamiento 800 en un estado desplegado del alerón inferior 202. En particular, el actuador 802 del ejemplo ilustrado no ha movido el alerón de superficie superior 112 a su estado desplegado. Sin embargo, el accionador 806 ha movido el alerón de superficie inferior 202 a su estado desplegado. En algunos ejemplos, el accionador 806 puede incluir una bolsa de aire de superficie inferior que se despliega y/o infla para mover el alerón de superficie inferior 202. En otros ejemplos, el accionador 806 puede mover un panel que, a su vez, mueve el alerón de superficie inferior 202 a un estado desplegado. Como alternativa, en algunos ejemplos, el alerón inferior 202 se mueve al estado desplegado a través de un mecanismo de liberación. En particular, se utiliza un mecanismo/dispositivo de liberación, tal como un panel de expulsión o un dispositivo de liberación de presión, para mover el alerón inferior 202 al estado desplegado (por ejemplo, independientemente del alerón de superficie superior 112).

La figura 9 es un ejemplo del sistema de control de alerón inferior 900 que puede usarse para implementar los ejemplos descritos en el presente documento. El ejemplo del sistema de control de alerón inferior 900 incluye un sistema de cálculo de vuelo 902, que incluye un controlador de vuelo 904, una interfaz de sensor de vuelo 906 y una interfaz de entrada de vuelo 908. El ejemplo del sistema de control de alerón de superficie inferior 900 también incluye un controlador de accionador/embrague 910 que está acoplado comunicativamente a la interfaz de entrada de vuelo 908 a través de líneas de comunicación 912 y también acoplado comunicativamente al controlador de vuelo 904 a través de líneas de comunicación 914.

En operación, para controlar/maniobrar un avión (por ejemplo, el avión 100) y/o controlar un alerón de superficie inferior tal como el alerón de superficie inferior 202, la interfaz de entrada de vuelo 908 puede recibir un comando de maniobra (por ejemplo, un movimiento de control de entrada) desde una interfaz de cabina a través de la línea de comunicación 912, por ejemplo. Basado en este comando de maniobra, el controlador de accionamiento/embrague 910 del ejemplo ilustrado dirige el movimiento de un accionador (por ejemplo, el accionador 502, el accionador 606, el accionador 708, el accionador 802, el accionador 806). En algunos ejemplos, el controlador de vuelo 904 procesa el comando de maniobra desde la interfaz de vuelo 908 para dirigir el controlador de accionador/embrague 910 a través de la línea de comunicación 914, por ejemplo. En algunos ejemplos, el controlador de vuelo 904 coordina la desviación/rotación del alerón de la superficie inferior en conjunto con otra superficie de control (por ejemplo, coordina la operación de accionadores independientes que conducen el alerón de superficie inferior y otra superficie de control).

Adicional o alternativamente, el avión se maniobra y/o el alerón de la superficie inferior se controla en función de los datos del sensor de vuelo de la interfaz de sensor de vuelo 906. La interfaz de sensor de vuelo 906 del ejemplo ilustrado puede incluir una interfaz para los sensores de posición/deflexión del alerón, un sensor de carga de la aleta, un sensor de deformación de la superficie de control y/o sensor(es) de presión. Los datos del sensor de vuelo pueden incluir, aunque no se limitan a, la velocidad del vuelo, altitud, actitud, estado del vuelo, modo(s) de vuelo, condiciones de frenado y/o condiciones del aire, etc. En algunos ejemplos, el controlador de vuelo 904 utiliza los datos del sensor y/o los datos de entrada de vuelo desde la interfaz de entrada de vuelo 908 para dirigir el controlador de accionador/embrague 910 a través de la línea de comunicación 914.

En algunos ejemplos, el controlador de accionamiento/embrague 910 varía un grado de movimiento entre una o más superficies de control (por ejemplo, aletas, alerón(es) superior(es), alerón(es) de superficie inferior, etc.) según las entradas de vuelo y/o los datos del sensor controlando un embrague (por ejemplo, el embrague 518). Adicional o alternativamente, el control y/o el movimiento de una superficie de control está acoplado/desacoplado de un accionador por el controlador de accionamiento/embrague 910.

Aunque una forma de ejemplo de implementación del sistema de control de alerón inferior 900 se ilustra en la figura 9, uno o más de los elementos, procesos y/o dispositivos ilustrados en la figura 9 se pueden combinar, dividir, reorganizar, omitir, eliminar y/o implementar de cualquier otra manera. Además, el ejemplo del sistema de cálculo de vuelo 902, el ejemplo de controlador de vuelo 904, el ejemplo de interfaz de sensor de vuelo 906, el ejemplo de interfaz de entrada de vuelo 908, el accionador/controlador de embrague 910 y/o, más en general, el ejemplo del sistema de control de alerón inferior 900 de la figura 9 se pueden implementar por hardware, software, firmware y/o cualquier combinación de hardware, software y/o firmware. Por tanto, por ejemplo, cualquiera de los ejemplos del

sistema de cálculo de vuelo 902, el ejemplo de controlador de vuelo 904, el ejemplo de interfaz de sensor de vuelo 906, el ejemplo de interfaz de entrada de vuelo 908, el accionador/controlador de embrague 910 y/o, más en general, el ejemplo del sistema de control de alerón inferior 900 podría implementarse mediante uno o más circuitos analógicos o digitales, circuitos lógicos, procesadores programables, circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), dispositivos lógicos programables (PLD) y/o dispositivos lógicos programables en campo (FPLD). Al leer cualquiera de las reivindicaciones del aparato o sistema de esta patente para cubrir una implementación puramente de software y/o firmware, al menos uno del ejemplo, el ejemplo del sistema de cálculo de vuelo 902, el ejemplo de controlador de vuelo 904, el ejemplo de interfaz del sensor de vuelo 906 y/o el ejemplo de interfaz de entrada de vuelo 908, el controlador de accionador/embrague 910 se define expresamente para incluir un dispositivo de almacenamiento tangible legible por ordenador o un disco de almacenamiento tal como una memoria, un disco versátil digital (DVD), un disco compacto (CD), un disco Blu-ray, etc., que almacena el software y/o firmware. Aún más, el ejemplo del sistema de control de alerón inferior 900 de la figura 9 puede incluir uno o más elementos, procesos y/o dispositivos además de, o en lugar de, los ilustrados en la figura 9, y/o puede incluir más de uno de cualquiera o todos los elementos ilustrados, procesos y dispositivos.

Un diagrama de flujo de un método de ejemplo para implementar el ejemplo del sistema de control de alerón inferior 900 de la figura 9 se muestra en la figura 10. En este ejemplo, el método puede implementarse usando instrucciones legibles por máquina que comprenden un programa para ejecución por un procesador, tal como el procesador 1112 mostrado en la plataforma de procesador 1100 de ejemplo descrita a continuación en conexión con la figura 11. El programa puede estar incorporado en un software almacenado en un medio tangible de almacenamiento legible por ordenador, tal como un CD-ROM, un disquete, un disco duro, un disco versátil digital (DVD), un disco Blu-ray o una memoria asociada con el procesador 1112, pero el programa completo y/o partes del mismo podrían ser ejecutados alternativamente por un dispositivo que no sea el procesador 1112 y/o incorporado en firmware o hardware dedicado. Además, aunque el método de ejemplo se describe con referencia al diagrama de flujo ilustrado en la figura 10, alternativamente, se pueden usar muchos otros métodos para implementar el ejemplo del sistema de control de alerón inferior 900. Por ejemplo, el orden de ejecución de los bloques puede modificarse y/o algunos de los bloques descritos pueden modificarse, eliminarse o combinarse.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, el método de ejemplo de la figura 10 puede implementarse usando instrucciones codificadas (por ejemplo, instrucciones legibles por ordenador y/o máquina) almacenadas en un medio tangible de almacenamiento legible por ordenador, tal como una unidad de disco duro, una memoria flash, una memoria de solo lectura (ROM), un disco compacto (CD), un disco versátil digital (DVD), un caché, una memoria de acceso aleatorio (RAM) y/o cualquier otro dispositivo de almacenamiento o disco de almacenamiento en el que la información se almacena en cualquier duración (por ejemplo, durante largos períodos de tiempo, permanentemente, para breves instancias, para almacenamiento temporal y/o almacenamiento en caché de la información). Tal y como se usa en el presente documento, el término medio de almacenamiento tangible legible por ordenador se define expresamente para incluir cualquier tipo de dispositivo de almacenamiento legible por ordenador y/o disco de almacenamiento y para excluir señales de propagación y excluir medios de transmisión. Tal y como se usa en el presente documento, "medio de almacenamiento tangible legible por ordenador" y "medio de almacenamiento tangible legible por máquina" se usan indistintamente. Adicional o alternativamente, el método de ejemplo de la figura 10 puede implementarse usando instrucciones codificadas (por ejemplo, instrucciones legibles por ordenador y/o máquina) almacenadas en un ordenador no transitorio y/o medio legible por máquina, tal como una unidad de disco duro, una memoria flash, una memoria solo de lectura, un disco compacto, un disco versátil digital, un caché, una memoria de acceso aleatorio y/o cualquier otro dispositivo de almacenamiento o disco de almacenamiento en el que la información se almacena en cualquier duración (por ejemplo, durante largos períodos de tiempo, permanentemente, para breves instancias, para almacenamiento temporal y/o almacenamiento en caché de la información). Tal y como se usa en el presente documento, el término medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador se define expresamente para incluir cualquier tipo de dispositivo de almacenamiento legible por ordenador y/o disco de almacenamiento y para excluir señales de propagación y excluir medios de transmisión. Tal y como se usa en el presente documento, cuando la frase "al menos" se usa como el término de transición en un preámbulo de una reivindicación, es abierta, de la misma manera que el término "que comprende" es abierto.

El método de ejemplo de la figura 10 comienza en el bloque 1000 donde un avión (por ejemplo, el avión 100) está en vuelo (bloque 1000). En este ejemplo, el avión viaja a una velocidad relativamente alta (por ejemplo, una velocidad mayor que Mach 0,4) y está a punto de someterse a una maniobra (por ejemplo, una maniobra rápida de inmersión) que hará que la velocidad del avión exceda Mach 0,9. En este ejemplo, al menos uno de un alerón de superficie superior (por ejemplo, el alerón de superficie superior 112) y/o una aleta (por ejemplo, la aleta 114) se gira desde una posición neutra/horizontal o está a punto de girar como parte de la maniobra.

En este ejemplo, se determina una posición angular de un alerón de superficie inferior del avión (bloque 1001). Por ejemplo, la posición angular puede determinarse en función de los datos del sensor de alerón (por ejemplo, desde sensores de posición), deflexiones medidas del alerón, etc.

Se recibe un comando de entrada de vuelo en una interfaz de entrada de vuelo tal como la interfaz de entrada de vuelo 908 de la figura 9 (bloque 1002). Por ejemplo, el comando de entrada de vuelo puede ser un comando para

reducir la velocidad y/o elevar la aeronave o para mover una aleta (por ejemplo, la aleta 114) hasta un cierto ángulo.

A continuación, en algunos ejemplos, se determina una condición de vuelo (bloque 1004). Por ejemplo, datos del sensor (por ejemplo, la velocidad, altitud, etc.) se reciben desde los sensores a través de una interfaz de sensor, tal como la interfaz de sensor de vuelo 906.

- 5 El alerón de superficie inferior se desvía en función del comando de entrada de vuelo (bloque 1006). Por ejemplo, un alerón de superficie inferior (por ejemplo, el alerón de superficie inferior 212, una puerta de tapa de bóveda, etc.) está en ángulo lejos de una superficie inferior (por ejemplo, la superficie inferior 126) para reducir las cargas en una aleta (por ejemplo, la aleta 114) y/o un alerón superior (por ejemplo, el alerón superior 112) durante la maniobra, por ejemplo. Adicional o alternativamente, en algunos ejemplos, la desviación del alerón de la superficie inferior se basa
10 única y/o principalmente en las condiciones de vuelo. En algunos ejemplos, el alerón de la superficie inferior se desvía junto con al menos uno del alerón de la superficie superior o la aleta (por ejemplo, se coordina el movimiento de diferentes accionadores). En algunos ejemplos, la deflexión del alerón de la superficie inferior se basa al menos parcialmente en la posición angular del alerón de superficie inferior, cargas de la aleta (por ejemplo, cargas de la aleta medidas desde células de carga),
- 15 En algunos ejemplos, se mide una condición correspondiente al alerón de superficie inferior (bloque 1007). Por ejemplo, una carga de una aleta puede medirse a través de una célula de carga. Adicional o alternativamente, la posición angular del alerón de superficie inferior se puede medir/volver a medir. En algunos ejemplos, se mide la presión diferencial de la aleta y/o la deformación de la aleta.

- 20 A continuación, se determina si el proceso se repetirá (bloque 1008). Si el proceso se va a repetir (bloque 1008), el control del proceso vuelve al bloque 1001. Si el proceso no se repite (bloque 1008), el procedimiento termina (bloque 1010). Esta determinación puede basarse en un modo de vuelo y/o condiciones de vuelo detectadas, por ejemplo. En algunos ejemplos, esta determinación puede hacerse en función de la posición angular del alerón de superficie inferior, la carga de la aleta, la presión diferencial de la aleta y/o la deformación de la aleta, definiendo así un ciclo de retroalimentación, por ejemplo.

- 25 La figura 11 es un diagrama de bloques de una plataforma de procesador 1100 de ejemplo capaz de ejecutar el método de ejemplo de la figura 10 para implementar el ejemplo del sistema de control de alerón inferior 900 de la figura 9. La plataforma del procesador 1100 puede ser, por ejemplo, un servidor, un ordenador personal, un dispositivo móvil (por ejemplo, un teléfono celular, un teléfono inteligente, una tableta tal como un iPad™), un asistente personal digital (PDA), una grabadora de video digital, una grabadora de video personal, un decodificador o
30 cualquier otro tipo de dispositivo informático.

La plataforma de procesador 1100 del ejemplo ilustrado incluye un procesador 1112. El procesador 1112 del ejemplo ilustrado es hardware. Por ejemplo, el procesador 1112 puede implementarse mediante uno o más circuitos integrados, circuitos lógicos, microprocesadores o controladores de cualquier familia o fabricante deseado.

- 35 El procesador 1112 del ejemplo ilustrado incluye una memoria local 1113 (por ejemplo, una memoria caché). En este ejemplo, el procesador 1112 también incluye el controlador de vuelo 904, la interfaz del sensor de vuelo 906, la interfaz de entrada de vuelo 908 y el controlador de accionador/embrague 910. El procesador 1112 del ejemplo ilustrado está en comunicación con una memoria principal que incluye una memoria volátil 1114 y una memoria no volátil 1116 a través de un bus 1118. La memoria volátil 1114 puede implementarse mediante la memoria de acceso aleatorio dinámico sincrónico (SDRAM), memoria de acceso aleatorio dinámico (DRAM), memoria de acceso
40 aleatorio dinámico RAMBUS (RDRAM) y/o cualquier otro tipo de dispositivo de memoria de acceso aleatorio. La memoria no volátil 1116 puede implementarse mediante memoria flash y/o cualquier otro tipo de dispositivo de memoria deseado. El acceso a la memoria principal 1114, 1116 es controlado por un controlador de memoria.

- La plataforma de procesador 1100 del ejemplo ilustrado también incluye un circuito de interfaz 1120. El circuito de interfaz 1120 puede implementarse mediante cualquier tipo de estándar de interfaz, tal como una interfaz Ethernet,
45 un bus serie universal (USB) y/o una interfaz PCI exprés.

- En el ejemplo ilustrado, uno o más dispositivos de entrada 1122 están conectados al circuito de interfaz 1120. Los dispositivos de entrada 1122 permiten a un usuario ingresar datos y comandos en el procesador 1112. Los dispositivos de entrada pueden implementarse mediante, por ejemplo, un sensor de audio, un micrófono, una cámara (foto fija o video), un teclado, un botón, un ratón, una pantalla táctil, un trackpad, una bola de seguimiento,
50 isopunto y/o un sistema de reconocimiento de voz.

Uno o más dispositivos de salida 1124 también están conectados al circuito de interfaz 1120 del ejemplo ilustrado. Los dispositivos de salida 1124 pueden implementarse, por ejemplo, mediante dispositivos de visualización (por ejemplo, un diodo emisor de luz (LED), un diodo emisor de luz orgánico (OLED), una pantalla de cristal líquido, una pantalla de tubo de rayos catódicos (CRT), una pantalla táctil, un dispositivo de salida táctil, una impresora y/o

altavoces). El circuito de interfaz 1120 del ejemplo ilustrado, de este modo, normalmente incluye una tarjeta de controlador de gráficos, un chip controlador de gráficos o un procesador controlador de gráficos.

5 El circuito de interfaz 1120 del ejemplo ilustrado también incluye un dispositivo de comunicación, tal como un transmisor, un receptor, un transceptor, un módem y/o tarjeta de interfaz de red para facilitar el intercambio de datos con máquinas externas (por ejemplo, dispositivos informáticos de cualquier tipo) a través de una red 1126 (por ejemplo, una conexión Ethernet, una línea de abonado digital (DSL), una línea telefónica, cable coaxial, un sistema de telefonía celular, etc.).

10 La plataforma de procesador 1100 del ejemplo ilustrado también incluye uno o más dispositivos de almacenamiento masivo 128 para almacenar software y/o datos. Ejemplos de tales dispositivos de almacenamiento masivo 1128 incluyen unidades de disquete, discos duros, unidades de disco compacto, unidades de disco Blu-ray, sistemas RAID y unidades de disco versátiles digitales (DVD).

Las instrucciones codificadas 1132 para implementar el método de ejemplo de la figura 7 pueden almacenarse en el dispositivo de almacenamiento masivo 1128, en la memoria volátil 1114, en la memoria no volátil 1116, y/o en un medio de almacenamiento legible extraíble por ordenador tangible, tal como un CD o DVD.

15 La figura 12 es un gráfico 1200 de ejemplo que ilustra la efectividad del alerón de los ejemplos divulgados en el presente documento. El gráfico 1200 de ejemplo incluye un eje vertical 1202 que representa un porcentaje sin unidades de efectividad del alerón (por ejemplo, de un alerón de superficie superior que se mejora con un alerón de superficie inferior de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación). El gráfico 1200 de ejemplo también incluye un eje horizontal 1204 que indica un ángulo de un alerón (por ejemplo, un alerón superior). Como se puede ver en el gráfico 1200, los ejemplos descritos en este documento aumentan en gran medida la efectividad del alerón en ángulos de 5 grados, especialmente en números de Mach entre aproximadamente 0,4 y 0,96, entre otros intervalos.

20 A partir de lo anterior, se apreciará que los métodos y aparatos descritos anteriormente disminuyen las cargas en las superficies de control, permitiendo así una mayor efectividad de las superficies de control. Además, los ejemplos descritos en el presente documento reducen la necesidad de soporte estructural de estas superficies de control, que puede conducir a un aumento de peso, etc.

30 Aunque ciertos métodos y aparatos de ejemplo se han divulgado en el presente documento, el alcance de la cobertura de esta patente no se limita a los mismos. Por el contrario, esta patente cubre todos los métodos, aparatos y artículos de fabricación que caen bastante dentro del alcance de las reivindicaciones de esta patente. Aunque se describen aviones, el aparato de ejemplo puede aplicarse a vehículos, estructuras aerodinámicas, etc.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato, que comprende:
 - una estructura aerodinámica (104) de un avión;
 - una aleta (114) de la estructura aerodinámica;
 - 5 un primer alerón (112) de la estructura aerodinámica, el primer alerón que se desvía de un primer lado (126) de la estructura aerodinámica; y
 - un segundo alerón (202) en un segundo lado (126) de la estructura aerodinámica opuesta al primer lado, siendo el segundo alerón para desviarse desde el segundo lado para reducir una carga en al menos uno del primer alerón o la aleta de la estructura aerodinámica, teniendo el segundo alerón una altura desviada que es
 - 10 aproximadamente del 1 al 2,5 % de la longitud de cuerda de la estructura aerodinámica.
2. El aparato según se define en la reivindicación 1, en el que el segundo alerón está acoplado operativamente al primer alerón a través de al menos un enlace, siendo el enlace para acoplar un movimiento de rotación del segundo alerón al primer alerón.
3. El aparato según se define en la reivindicación 2, que incluye además una manivela pivotante del al menos un
- 15 enlace.
4. El aparato según se define en la reivindicación 3, que incluye además un accionador para girar la manivela giratoria para girar el primer y segundo alerones.
5. El aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un movimiento angular del segundo alerón con respecto al primer alerón varía.
- 20 6. El aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la aleta incluye una aleta próxima a un borde posterior de la estructura aerodinámica.
7. El aparato según se define en la reivindicación 6, que incluye además una porción de sellado para formar un sello entre el segundo alerón y un borde delantero de la aleta.
8. El aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye además un embrague para variar
- 25 un grado de movimiento relativo entre el segundo alerón y al menos uno del primer alerón o la aleta.
9. El aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que una relación de una longitud de cuerda del segundo alerón a una longitud de cuerda del primer alerón es de aproximadamente 0,2 a 0,45.
10. El aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la aleta está aguas abajo del segundo alerón.
- 30 11. Un método que comprende:
 - en base a al menos uno de una entrada de vuelo o una condición de vuelo, girar al menos uno de un alerón de superficie superior (112) que se coloca en un primer lado (124) de una estructura aerodinámica del avión o una aleta de la estructura aerodinámica; y
 - 35 girar un alerón de superficie inferior (202) colocado en un segundo lado (126) de la estructura aerodinámica que es opuesta al primer lado para afectar una carga en al menos uno del alerón de superficie superior o la aleta que se gira, teniendo el alerón de superficie inferior una altura desviada que es aproximadamente del 1 al 2,5 % de la longitud de cuerda de la estructura aerodinámica.
12. El método según la reivindicación 11, que incluye además variar un grado en el que el alerón de superficie inferior gira con relación al alerón de superficie superior sobre diferentes ángulos de rotación del alerón de superficie superior.
- 40 13. El procedimiento según la reivindicación 11 o 12, en el que una relación de una longitud de cuerda del alerón de superficie inferior a una longitud de cuerda del alerón de superficie superior es aproximadamente entre 0,2 a 0,45.
14. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, que incluye además operar un embrague para variar el movimiento angular relativo entre el alerón de superficie superior y el alerón de superficie inferior.

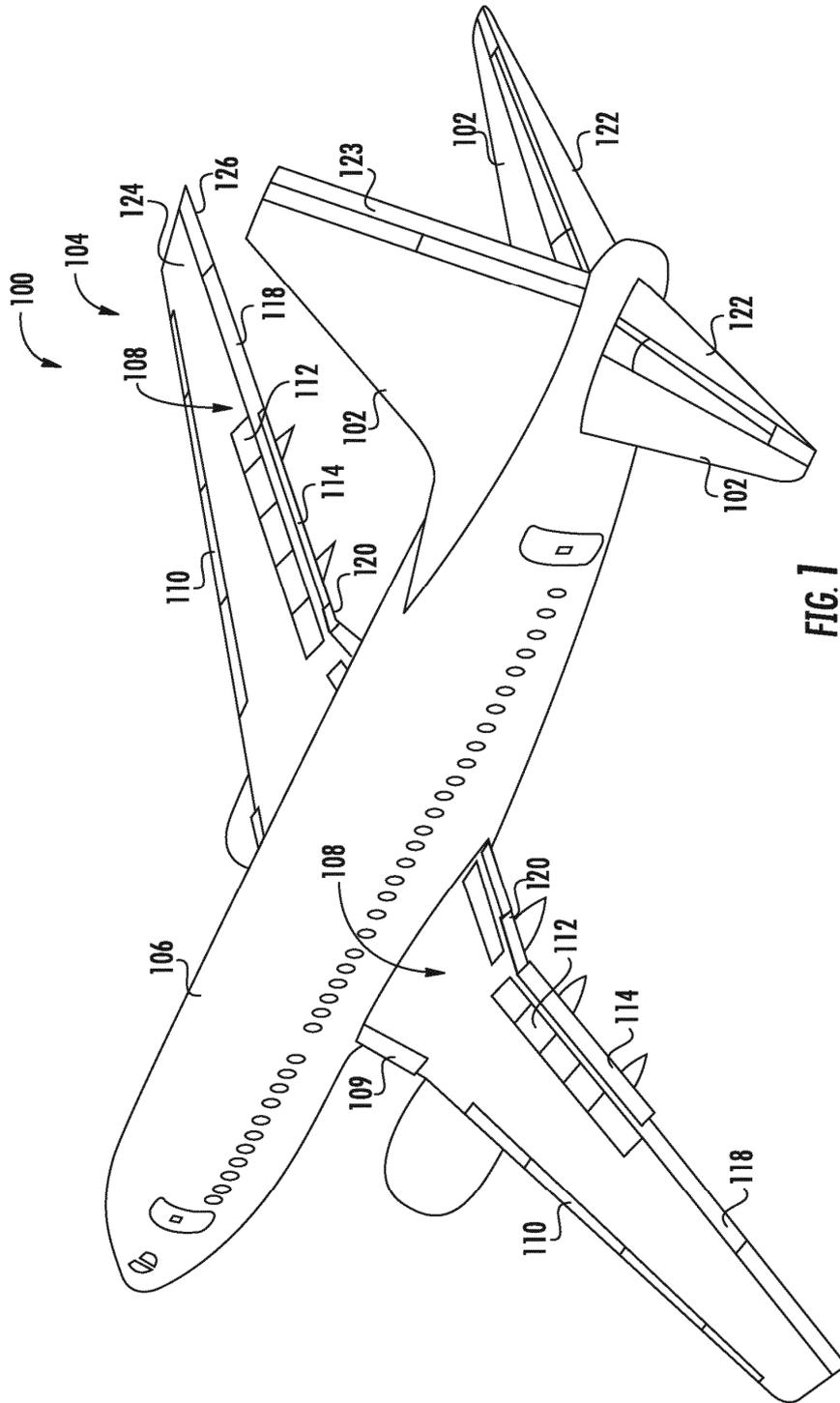


FIG. 1

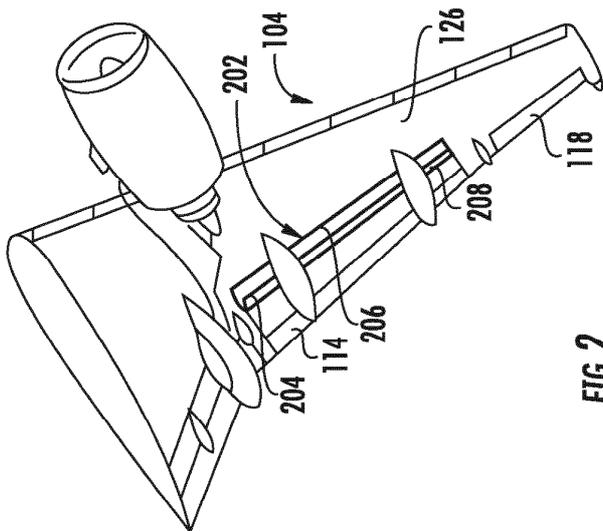


FIG. 2

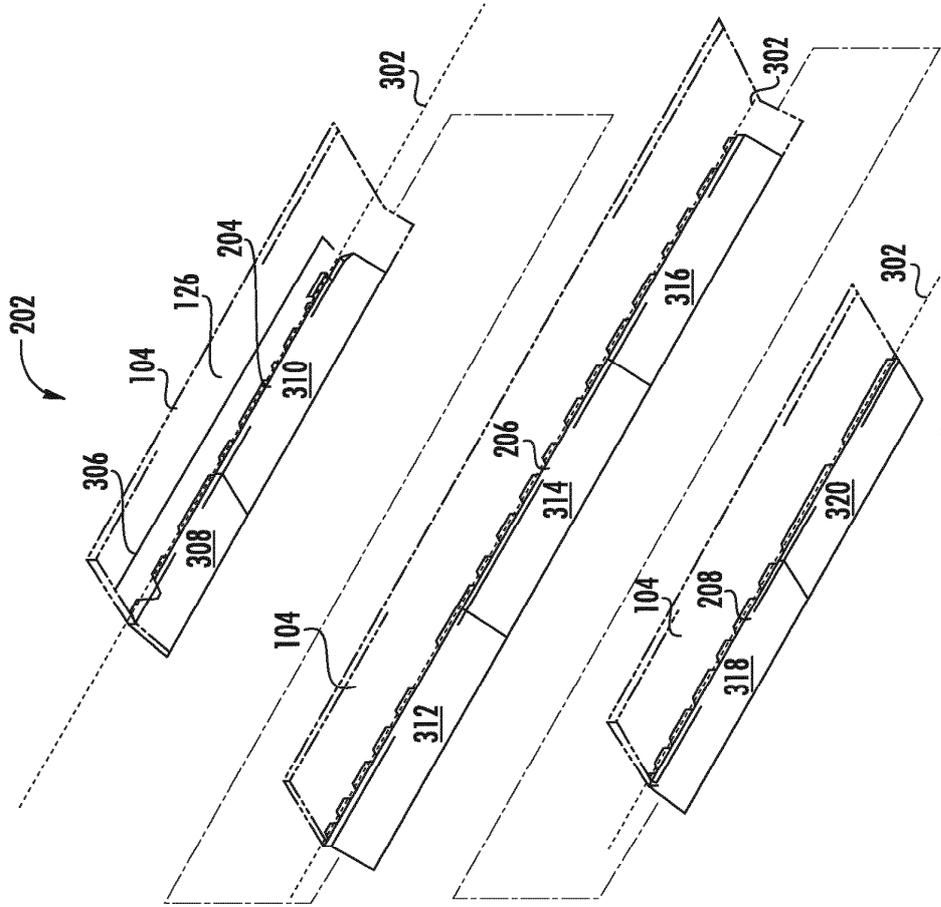
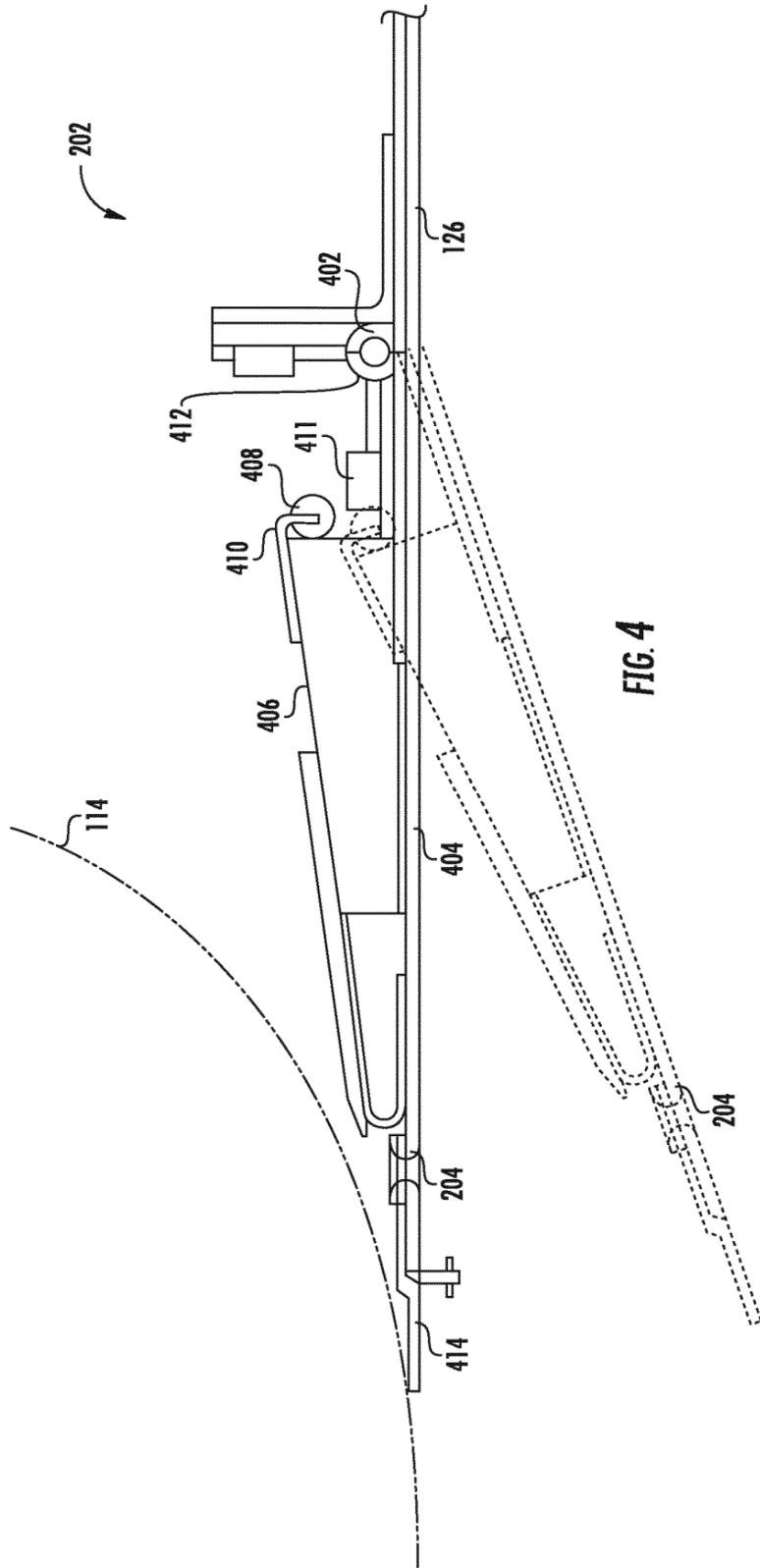
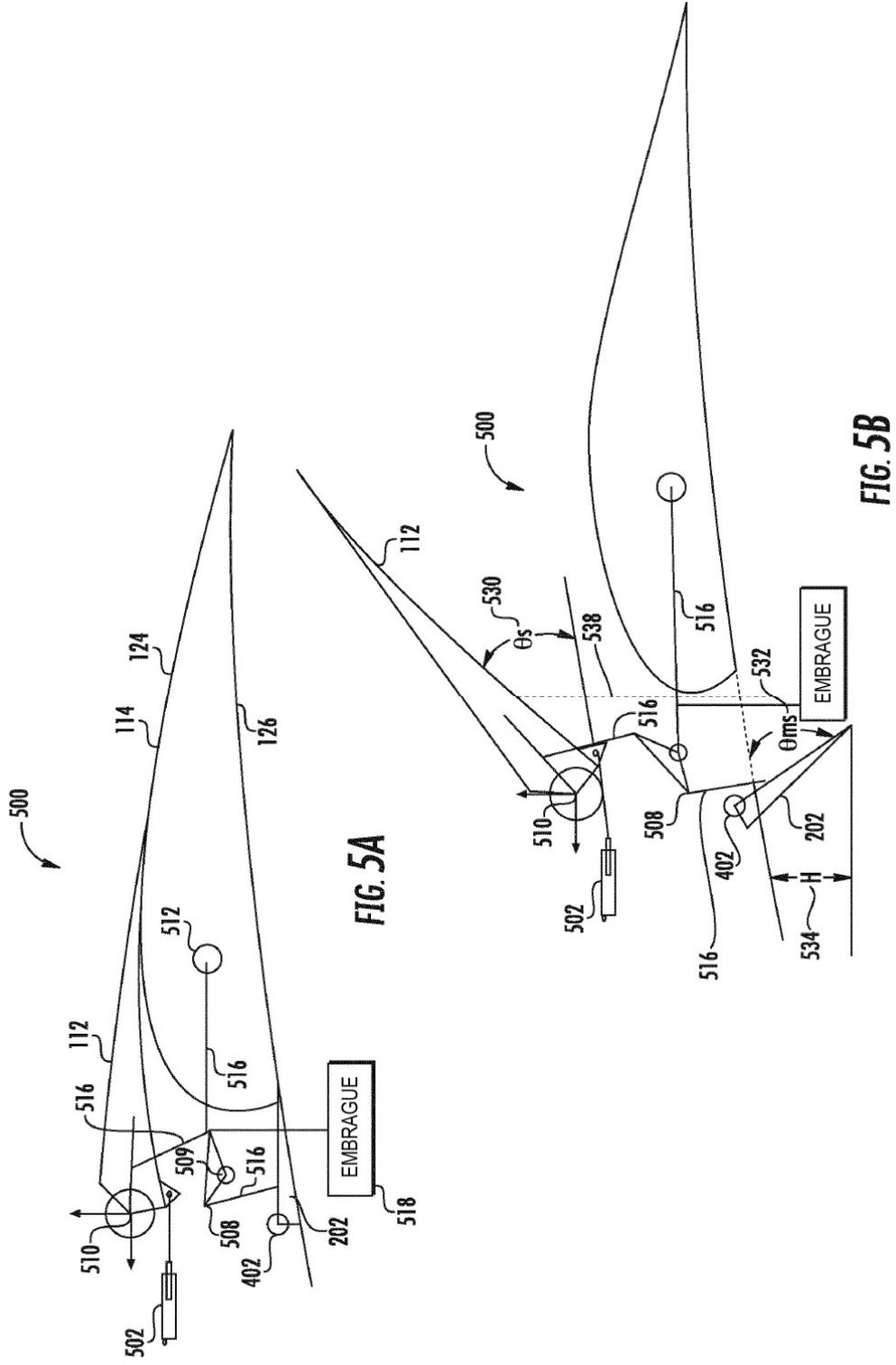
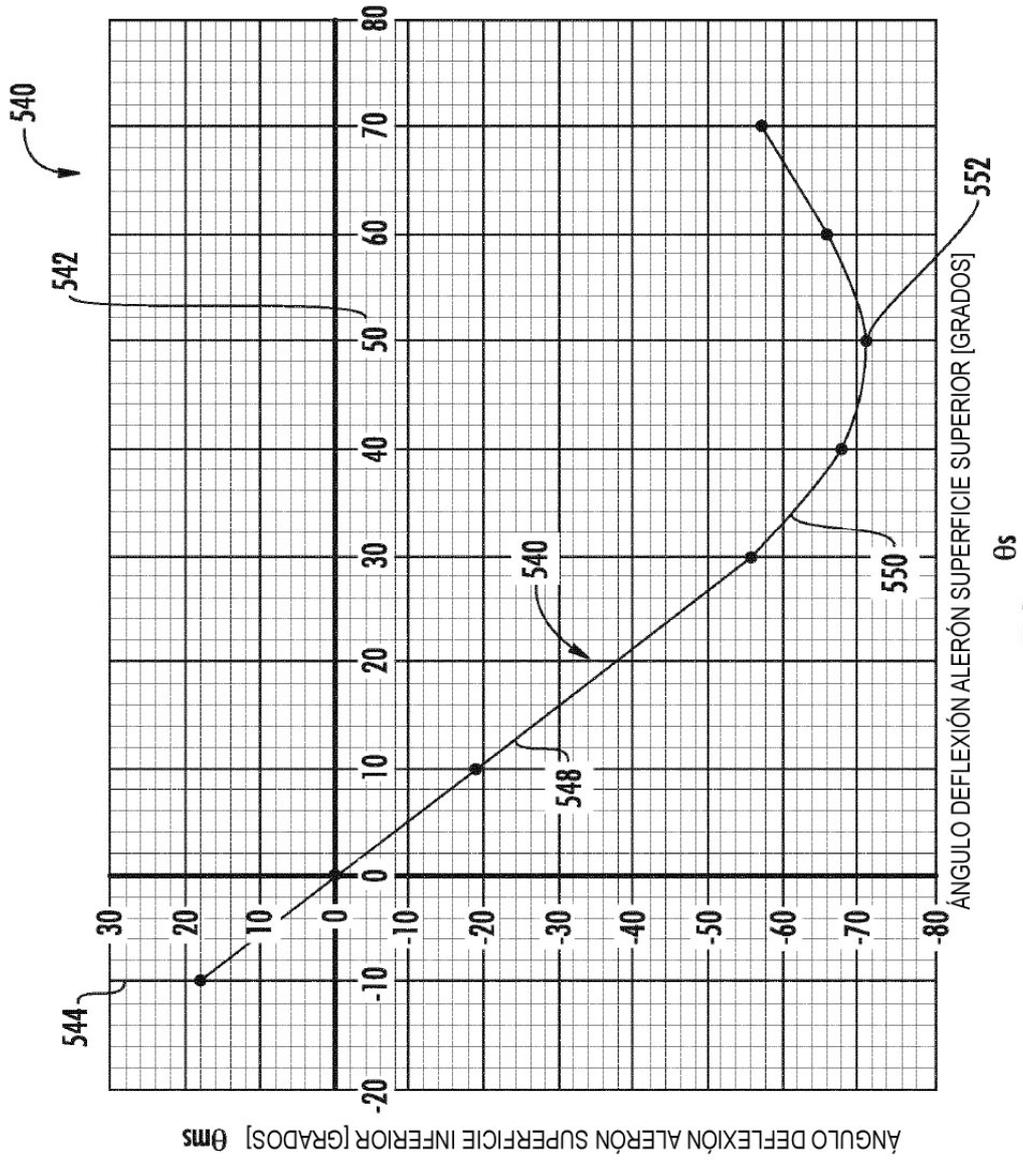


FIG. 3

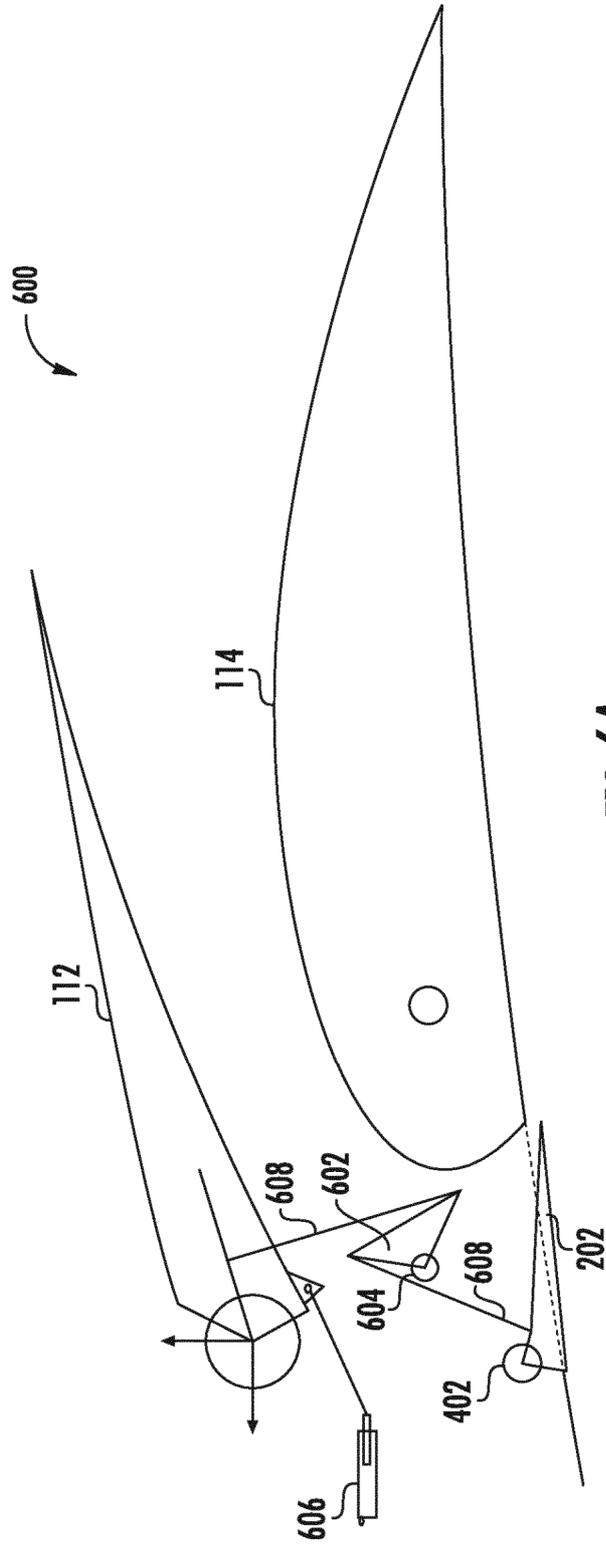






θ_s

FIG. 5C



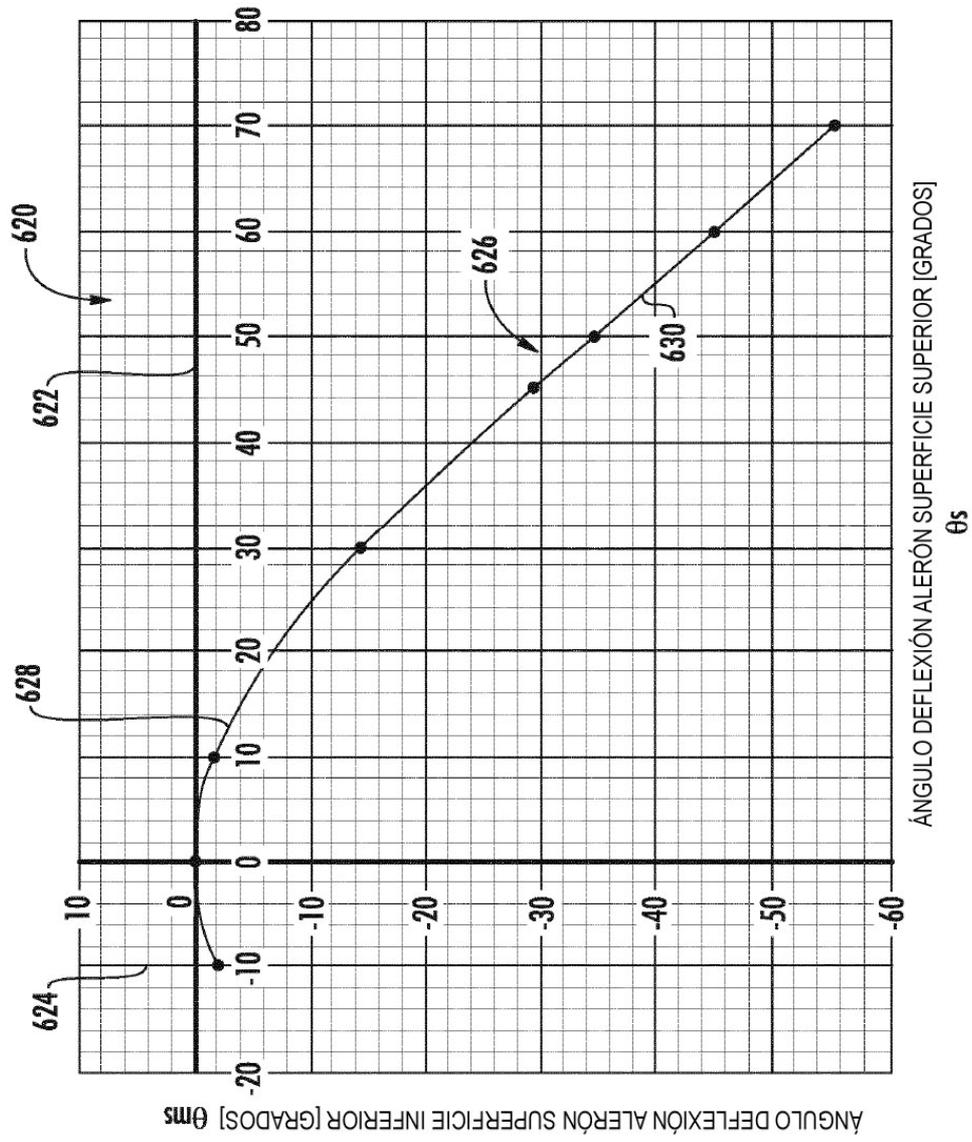


FIG. 6B

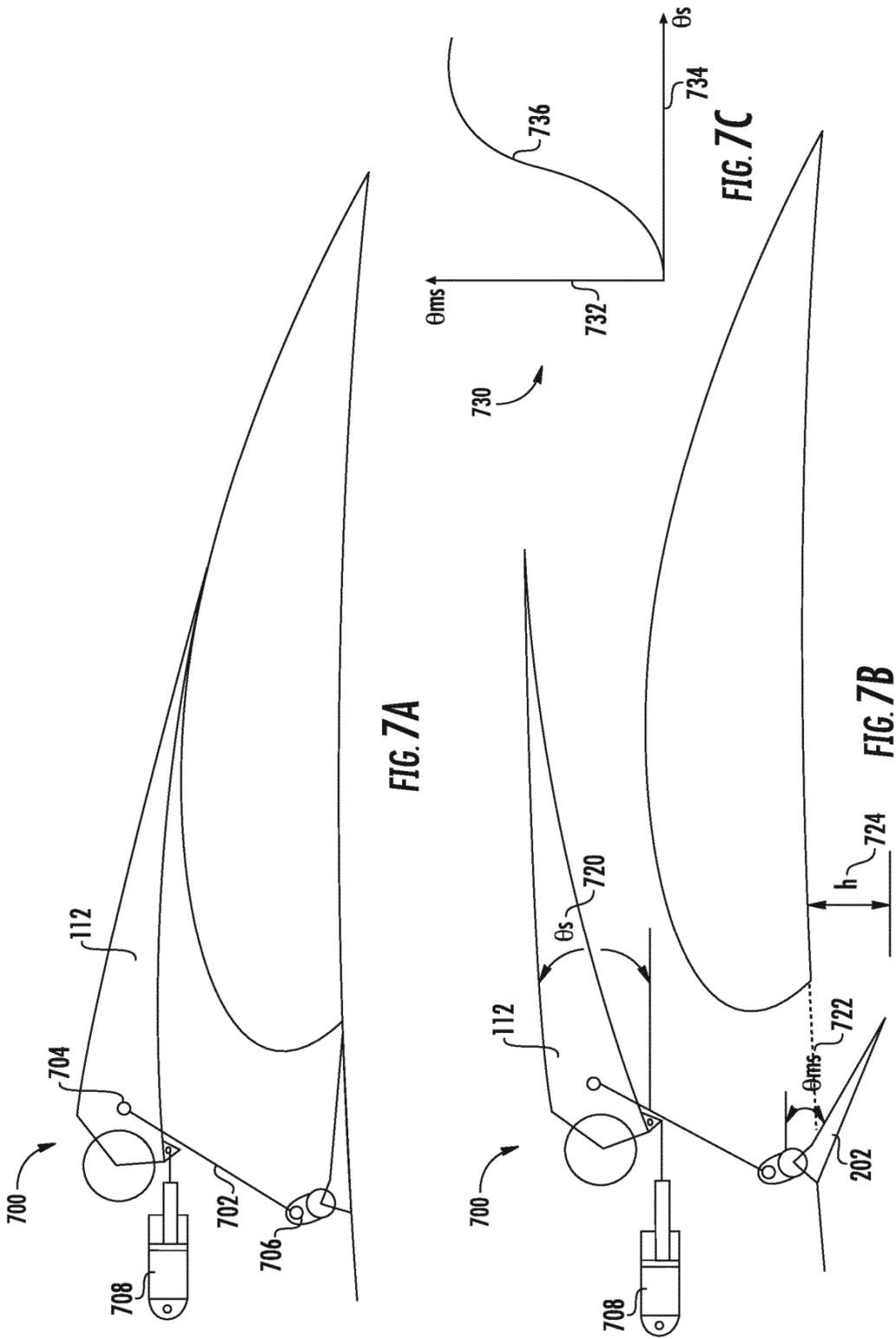
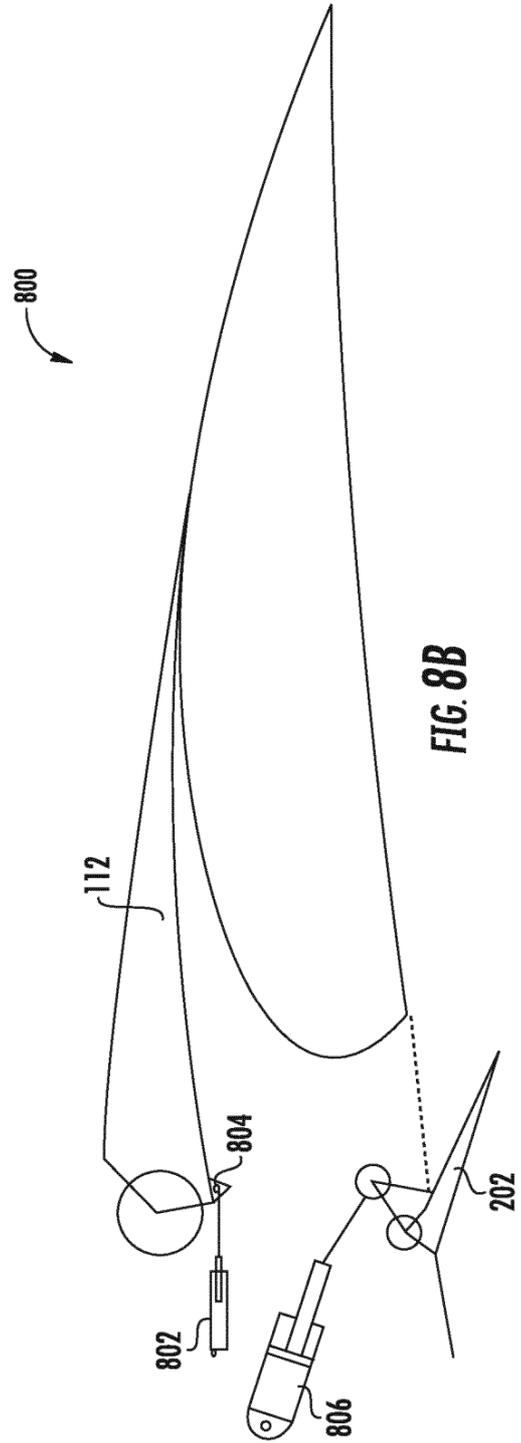
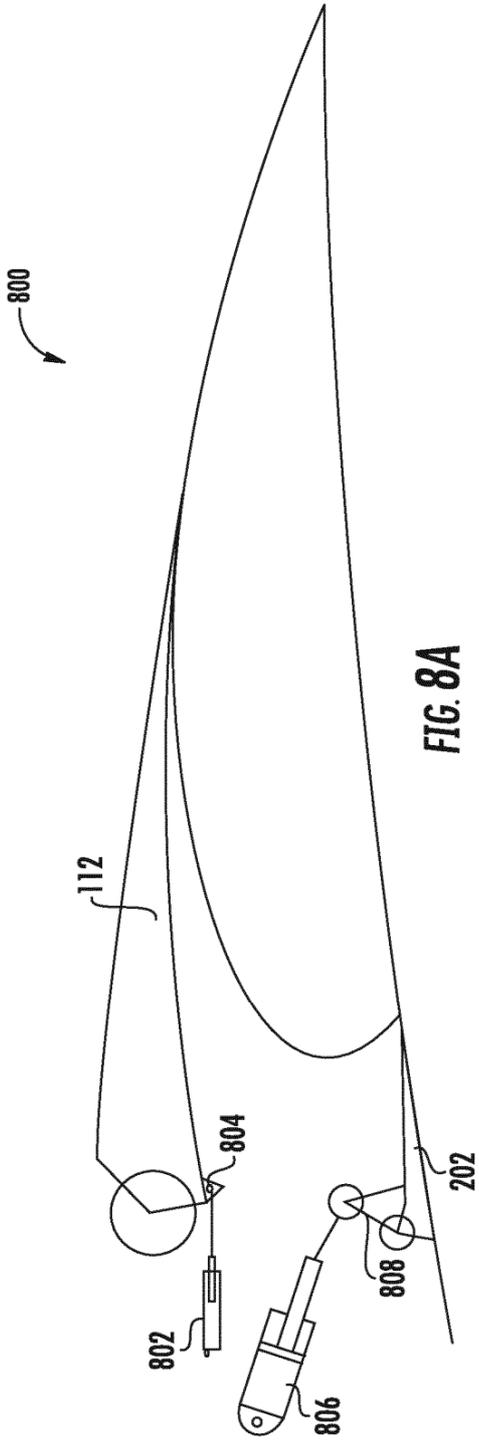


FIG. 7A

FIG. 7B

FIG. 7C



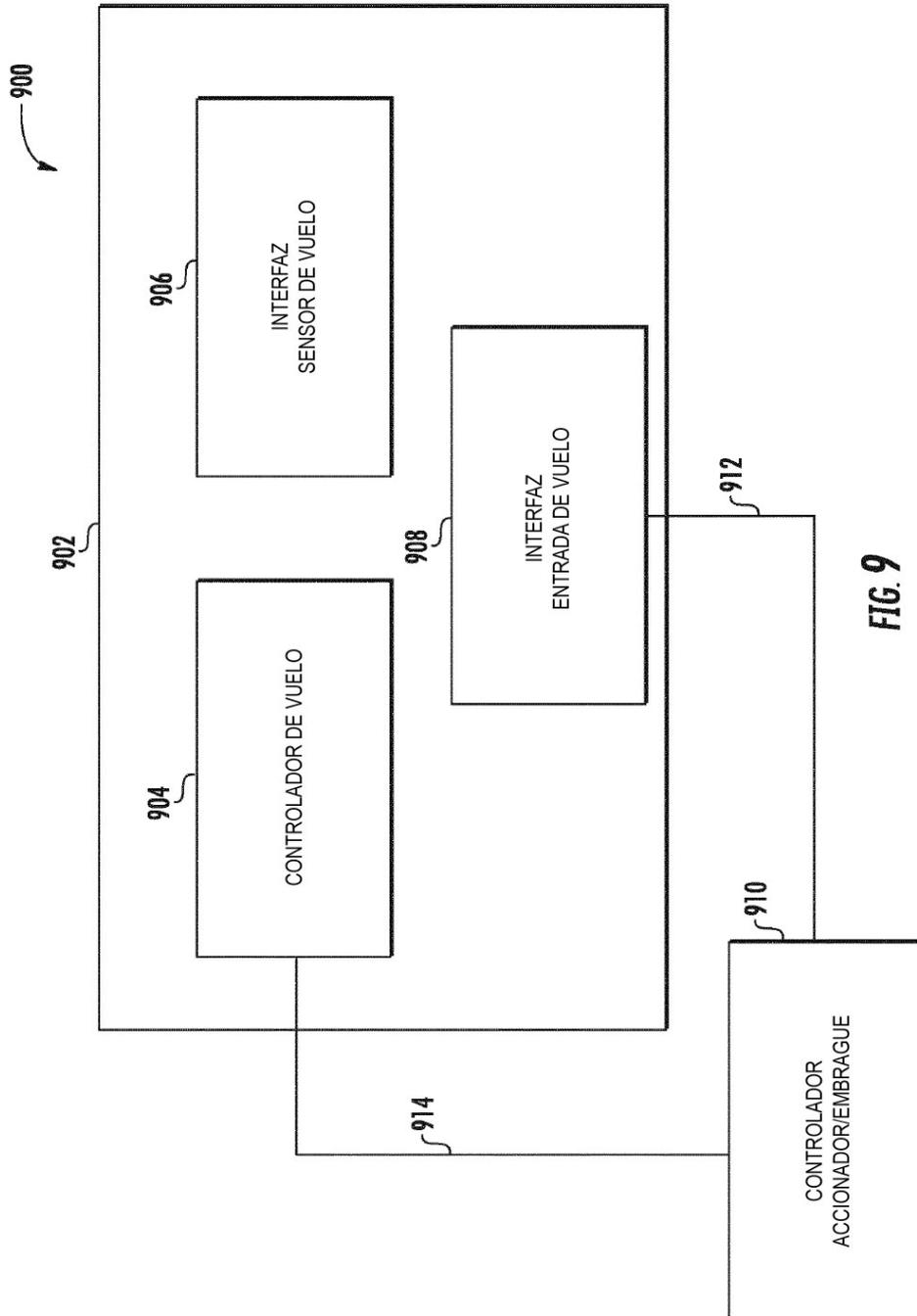


FIG. 9

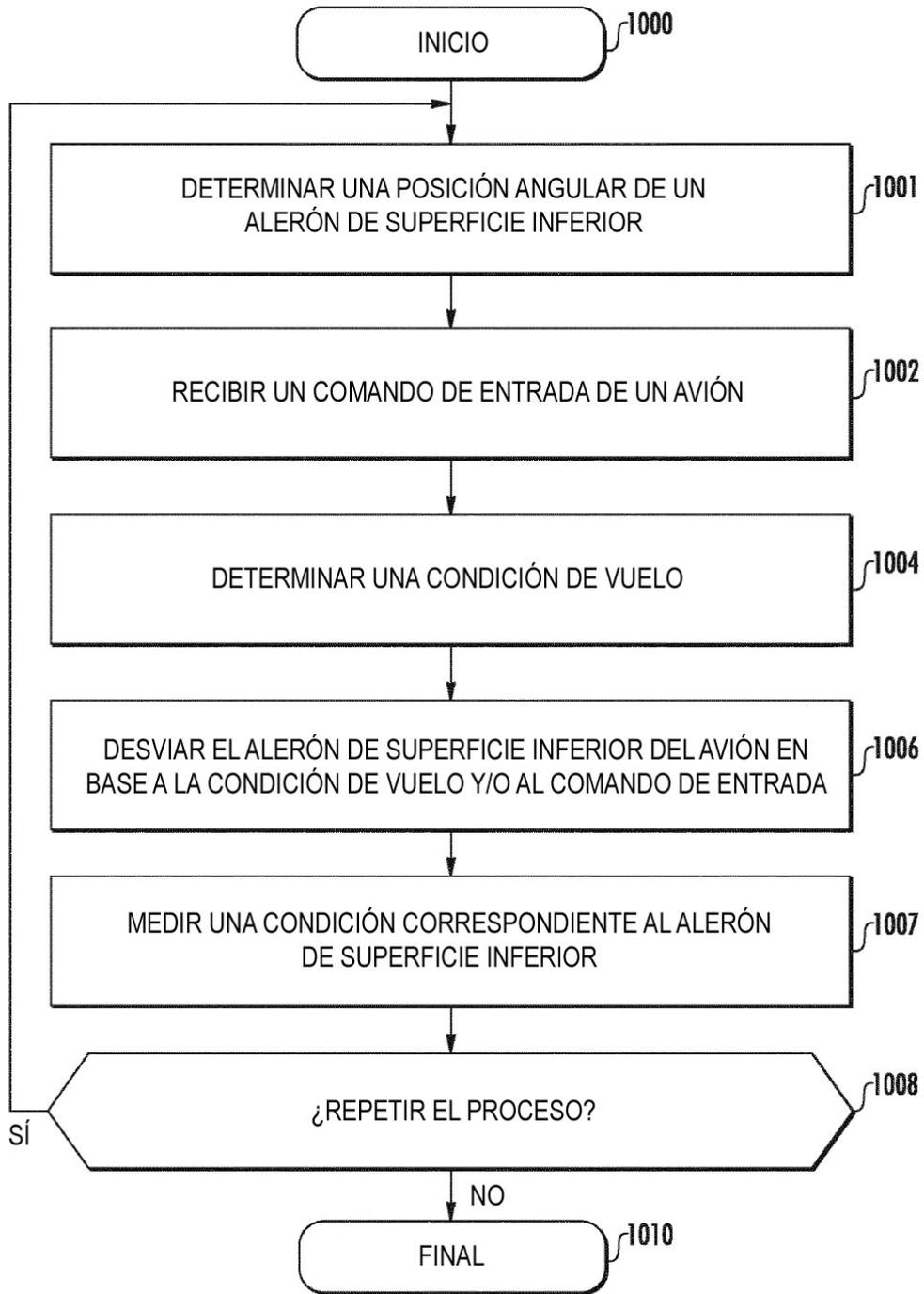


FIG. 10

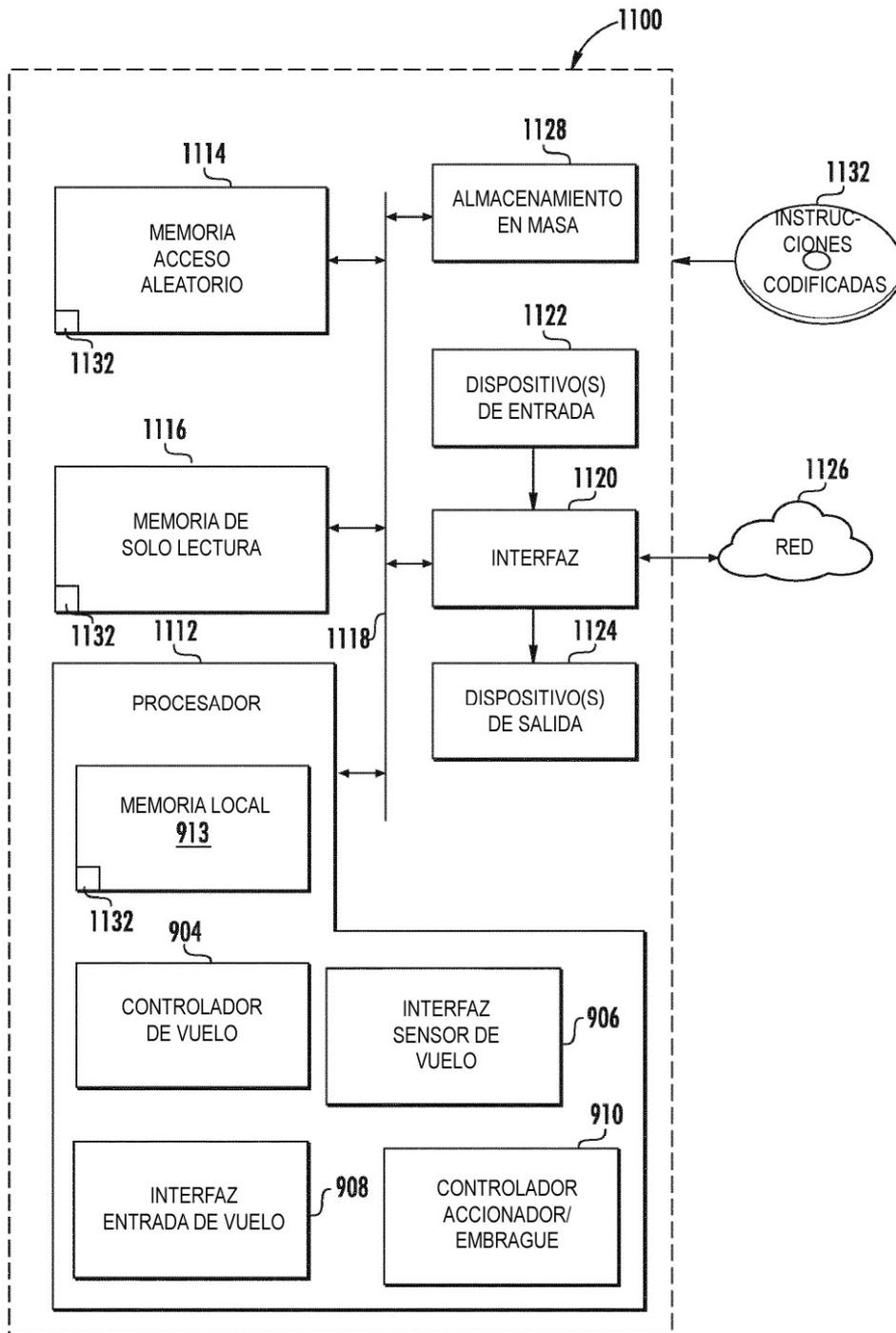


FIG. 11

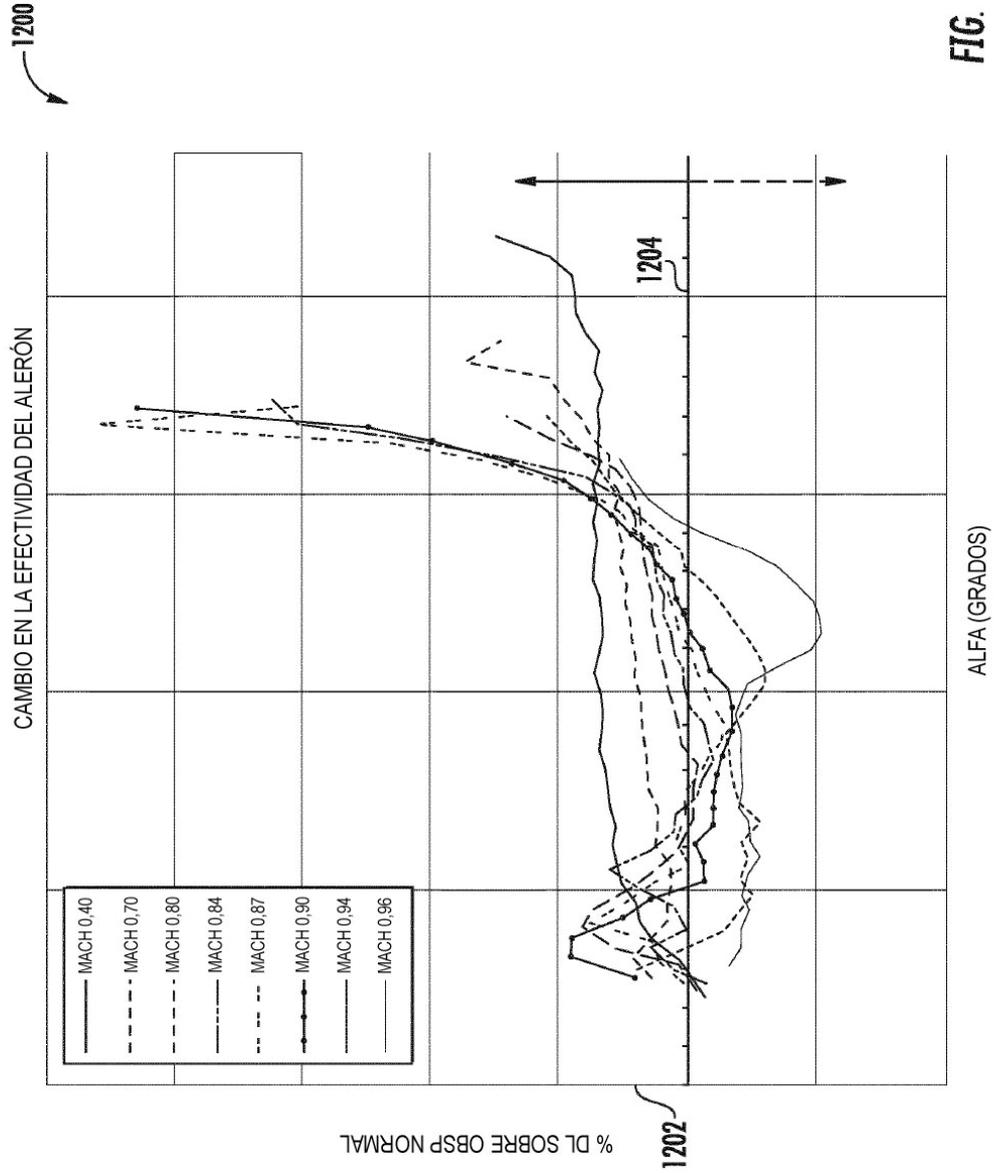


FIG. 12