

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 646 445**

51 Int. Cl.:

B64C 9/24 (2006.01)

B64C 23/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.06.2012 E 12172660 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.08.2017 EP 2543588**

54 Título: **Generador de vórtice retráctil**

30 Prioridad:

05.07.2011 US 201113176539

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

13.12.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**FOX, BRUCE R. y
FOX, STEPHEN J.**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 646 445 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

Generador de vórtice retráctil

Campo

5 Las realizaciones de la presente divulgación se refieren generalmente al flujo sobre superficies dinámicas de fluido. Más particularmente, las realizaciones de la presente divulgación se refieren a generadores de vórtice retráctiles para mejorar las características dinámicas de fluido del flujo sobre superficies dinámicas de fluido.

Antecedentes

10 La separación de flujo ocurre generalmente cuando una capa límite se desplaza hacia un borde de ataque de una superficie de sustentación y lo suficientemente lejos contra un gradiente de presión adverso en el que una velocidad de la capa límite respecto a la superficie de sustentación cae casi a cero. El flujo de fluido puede desprenderse de la superficie de sustentación, y en su lugar formar remolinos y vórtices. En la aerodinámica, la separación de flujo a menudo puede resultar en arrastre aumentado y sustentación reducida. La separación de flujo generalmente deteriora el rendimiento a baja velocidad causando la separación de la capa límite en ángulos de ataque elevados. El rendimiento de baja velocidad deteriorado a su vez aumenta una "velocidad de pérdida" de la superficie de sustentación y causa potencialmente condiciones de vuelo no óptimas cuando la superficie de sustentación está funcionando a bajas velocidades asociadas con el despegue y el acercamiento al aterrizaje.

20 El documento US 5,253,828 muestra un generador de vórtice accionado por solapa ocultable para generar un vórtice en un conjunto de superficie de sustentación y una superficie de sustentación de vuelo de aeronave mejorada que tiene tales generadores de vórtice accionados por solapa ocultable. Cuando la solapa del conjunto de superficie de sustentación está en la posición nominal (no extendida o no desviada), el generador de vórtice no está expuesto. Cuando la solapa es accionada por un accionador de solapa, la solapa se extiende o desvía de la posición nominal, proyectando o exponiendo de este modo al generador de vórtice en una posición operativa y permitiendo la generación de un vórtice.

25 El documento US 3,263,945 muestra un ala de aeronave que comprende una sección principal y una sección anterior del fuselaje bajada que tiene un montaje giratorio en la sección principal, teniendo dicha sección principal y sección anterior del fuselaje superficies superiores respectivas que poseen una cuerda de referencia común sustancialmente continua cuando dichas secciones están en una primera relación de posición, girando dicha sección anterior del fuselaje sobre dicho montaje giratorio con respecto a dicha sección principal a una segunda relación de posición en el que dichas superficies superiores están separadas por un hueco, al menos una placa de sellado montada de manera giratoria sobre dicha sección principal y descansa en una posición retraída completamente hacia el interior de dichas superficies superiores cuando dicha sección principal y sección anterior del fuselaje están en dicha primera relación de posición, moviendo los medios dicha placa de sellado dentro de dicho hueco para cerrarla cuando dicha sección principal y sección anterior del fuselaje son llevadas a dicha segunda relación de posición y una serie de palas elevadas sobre dicha placa de sellado y constituyen generadores de vórtice, descansando dichas palas retraídas completamente hacia el interior de dichas superficies superiores de dicha sección principal y sección anterior del fuselaje cuando dichas secciones están en dicha primera relación de posición y se proyectan hacia fuera por encima de dichas superficies superiores cuando dichas secciones están en dicha segunda relación de posición y la placa de sellado está en el hueco.

Sumario

40 Se divulga un conjunto y un método para mejorar el rendimiento a baja velocidad de un conjunto de superficie de sustentación. Según la invención, se proporciona un conjunto según la reivindicación 1.

45 Un dispositivo de borde de ataque bajado articulado simple se combina con generadores de vórtice retractiles y se acopla a una superficie de sustentación tal como un ala. En la configuración de crucero, el ala tiene superficies superiores e inferiores de arrastre bajo y lisas. En la configuración de baja velocidad, baja un borde de ataque del ala y los generadores de vórtice se extienden en un flujo de aire. El borde de ataque bajado aumenta la curvatura y los generadores de vórtice extendidos energizan el flujo de aire sobre una superficie superior similar a un sistema de listón ranurado complejo. Esta acción mejora el rendimiento a baja velocidad en ángulos de ataque elevados. De esta manera, los dispositivos de sustentación elevada de borde de ataque complejos y pesados que son costosos, de mantenimiento intensivo y experimentan discontinuidades de superficie que reducen el rendimiento, se sustituyen por un dispositivo de borde de ataque más simple, más ligero y más suave.

50 Además, según la invención, se proporciona un método para mejorar el rendimiento a baja velocidad de un conjunto de superficie de sustentación según la reivindicación 6.

Además, un método para mejorar el rendimiento a baja velocidad de un conjunto de superficie de sustentación, proporciona el acoplamiento de al menos un generador de vórtice a un conjunto de superficie de sustentación; la extensión del al menos un generador de vórtice a través del conjunto de superficie de sustentación bajando un borde de ataque articulado acoplado al conjunto de superficie de sustentación para aumentar la sustentación; y la retracción del al menos un generador de vórtice dentro del conjunto de superficie de sustentación para reducir el arrastre. El método comprende además acoplar de manera articulada un dispositivo de borde de ataque al conjunto de superficie de sustentación para proporcionar el borde de ataque articulado; y la exposición del al menos un generador de vórtice bajando el borde de ataque articulado. El método comprende el acoplamiento del borde de ataque articulado al al menos un generador de vórtice, con lo que al bajar el borde de ataque articulado se extiende el al menos un generador de vórtice a través del conjunto de superficie de sustentación. El método comprende el acoplamiento del borde de ataque articulado al al menos un generador de vórtice, con lo que el levantamiento del borde de ataque articulado retrae el al menos un generador de vórtice dentro del conjunto de superficie de sustentación. El método también implica cubrir el al menos un generador de vórtice levantando el borde de ataque articulado. En una condición de vuelo de crucero, el borde de ataque articulado cubre el al menos un generador de vórtice para proporcionar al menos un generador de vórtice cubierto, proporcionando una superficie de arrastre suave y baja del conjunto de superficie de sustentación. Al menos un generador de vórtice cubierto reduce el arrastre del crucero. El borde de ataque articulado aumenta una curvatura del conjunto de superficie de sustentación a una configuración de baja velocidad. En una condición de vuelo a baja velocidad, el borde de ataque articulado gira sobre su bisagra, exponiendo el al menos un generador de vórtice para proporcionar al menos un generador de vórtice expuesto, que después se extiende dentro de un flujo de aire. El al menos un generador de vórtice expuesto energiza un flujo de aire sobre una superficie superior del conjunto de superficie de sustentación, retrasando una separación de capa límite de flujo de aire en un ángulo de ataque elevado del conjunto de superficie de sustentación. El al menos un generador de vórtice expuesto proporciona una velocidad de pérdida más baja y reduce el ruido.

Este sumario se proporciona para introducir una selección de conceptos en una forma simplificada que se describen más adelante en la descripción detallada. Este sumario no pretende identificar las características principales o características esenciales del objeto reivindicado ni pretende utilizarse como ayuda para determinar el alcance del objeto reivindicado.

Breve descripción de los dibujos

Una comprensión más completa de las realizaciones de la presente divulgación se puede derivar haciendo referencia a la descripción detallada y las reivindicaciones cuando se consideran en conjunción con las siguientes figuras, en las que los números de referencia similares se refieren a elementos similares en todas las figuras. Las figuras se proporcionan para facilitar la comprensión de la divulgación sin limitar la amplitud, el alcance, la escala o la aplicabilidad de la divulgación. Los dibujos no se hacen necesariamente a escala.

La figura 1 es una ilustración de un diagrama de flujo de una metodología ejemplar de producción y servicio de aeronaves.

La figura 2 es una ilustración de un diagrama de bloques ejemplar de una aeronave.

La figura 3 es una ilustración de una vista en perspectiva de un conjunto de superficie de sustentación que muestra una bajada de borde de ataque que expone unos generadores de vórtice retráctiles (RVG) según una realización de la divulgación.

La figura 4 es una ilustración de una vista en sección lateral de una parte de un conjunto de superficie de sustentación que muestra una bajada de borde de ataque que expone un único RVG según una realización de la divulgación.

La figura 5 es una ilustración de una vista en perspectiva de un conjunto de superficie de sustentación que muestra superficies lisas de sustentación del borde de ataque superior e inferior en una configuración de crucero con los RVG ocultos bajo un borde de ataque bajado articulado según una realización de la divulgación.

La figura 6 es una ilustración de una vista en perspectiva de un conjunto de superficie de sustentación que muestra una bajada de borde de ataque inicial en un ángulo de aproximadamente 5 grados que expone los RVG según una realización de la divulgación.

La figura 7 es una ilustración de una vista en perspectiva de un conjunto de superficie de sustentación que muestra una bajada de borde de ataque de nivel medio en un ángulo de aproximadamente 15 grados que extiende los RVG fuera de las ranuras en un revestimiento de una superficie aerodinámica del conjunto de superficie de sustentación según una realización de la divulgación.

La figura 8 es una ilustración de una vista en perspectiva de un conjunto de superficie de sustentación que muestra una bajada de borde de ataque completamente desplazada en un ángulo de aproximadamente 30 grados que expone y extiende completamente los RVG según una realización de la divulgación.

5 La figura 9 es una ilustración de un diagrama de flujo ejemplar que muestra un procedimiento para utilizar los RVG para mejorar el rendimiento a baja velocidad de un conjunto de superficie de sustentación según una realización de la divulgación.

La figura 10 es una ilustración de un diagrama de flujo ejemplar que muestra un procedimiento para operar un conjunto de superficie de sustentación para proporcionar un rendimiento mejorado a baja velocidad según una realización de la divulgación.

10 **Descripción detallada**

La siguiente descripción detallada es de naturaleza ejemplar y no pretende limitar la divulgación o la aplicación y los usos de las realizaciones de la divulgación. Las descripciones de dispositivos, técnicas y aplicaciones específicas se proporcionan únicamente como ejemplos. Las modificaciones de los ejemplos descritos en el presente documento serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica y los principios generales definidos en el presente documento se pueden aplicar a otros ejemplos y aplicaciones sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. Además, no hay ninguna intención de quedar vinculadas por ninguna teoría expresa o implícita presentada en el campo, antecedentes, sumario anterior o la siguiente descripción detallada. La presente divulgación debe tener el alcance compatible con las reivindicaciones, y no limitarse a los ejemplos descritos y mostrados en el presente documento.

20 Las realizaciones de la divulgación se pueden describir en el presente documento en términos de componentes de bloques funcionales y/o lógicos y diversas etapas de procesamiento. Debe apreciarse que dichos componentes de bloque 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 los componentes convencionales relacionados con la aerodinámica, la dinámica de fluidos, las estructuras, las superficies de control, la fabricación y otros aspectos funcionales de los sistemas (y los componentes operativos individuales de los sistemas) pueden no ser descritos en detalle en el presente documento. Además, los expertos en la técnica apreciarán que las realizaciones de la presente divulgación se pueden practicar conjuntamente con una diversidad de cuerpos estructurales y que las realizaciones descritas en el presente documento son meramente ejemplos de realización de la divulgación.

30 Como resultará evidente para un experto en la técnica después de leer esta descripción, los siguientes son ejemplos y realizaciones de la divulgación y no se limitan a operar según estos ejemplos. Se pueden utilizar otras realizaciones y se pueden realizar cambios estructurales sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. Con referencia en particular a los dibujos, se pueden describir ejemplos de la divulgación en el contexto de un método 100 de fabricación y servicio de aeronaves (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 ejemplar puede incluir la especificación y el diseño 104 de la aeronave 200 y la adquisición de material 106. Durante la producción, se realiza la fabricación de componentes y subconjuntos 108 y la integración de sistemas 110 de la aeronave 200. Posteriormente, la aeronave 200 puede pasar por la certificación y la entrega 112 para ser puesta en servicio 114. Mientras está en servicio con un cliente, la aeronave 200 está programada para mantenimiento y servicio de rutina 116 (que también puede incluir modificación, reconfiguración, restauración y así sucesivamente).

45 Cada uno de los procedimientos del método 100 puede realizarse o llevarse a cabo por un integrador del sistema, un tercero, y/o un operario (por ejemplo, un cliente). A los efectos 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 operario puede ser, sin limitación, una compañía aérea, una empresa de leasing, una entidad militar, una organización de servicio y similares.

50 Como se muestra en la figura 2, la aeronave 200 producida por el método 100 ejemplar puede incluir una aeroestructura 218 con una pluralidad de sistemas 220 y un interior 222. Los ejemplos de sistemas de alto nivel 220 incluyen uno o más de un sistema de propulsión 224, un sistema eléctrico 226, un sistema hidráulico 228 y un sistema ambiental 230. También se puede incluir cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, las realizaciones de la descripción pueden aplicarse a otras industrias.

55 Las realizaciones de la divulgación combinan los beneficios de un listón de ala ranurado retráctil con los beneficios de un generador de vórtice fijo mientras que elimina las desventajas principales de ambos. En algunas realizaciones, se proporciona un dispositivo de borde de ataque bajado no ranurado, articulado y simple que aumenta una curvatura de un cuerpo aerodinámico tal como un ala en configuraciones de baja velocidad, en otras realizaciones,

5 se puede utilizar un dispositivo de borde de ataque ranurado. Los generadores de vórtice retráctiles (RVG) pueden estar posicionados bajo un borde de salida del dispositivo de borde de ataque (es decir, un dispositivo de borde de ataque ranurado o no ranurado). Durante el vuelo de crucero, el dispositivo de borde de ataque cubre los RVG que proporcionan una superficie de ala de arrastre lisa y baja. A baja velocidad, el dispositivo de borde de ataque gira sobre su bisagra simple, exponiendo los RVG que después se extienden hacia un flujo de aire de corriente libre que reduce el ruido.

10 De esta manera, los RVG extendidos energizan el flujo de aire de corriente libre sobre una superficie superior del cuerpo aerodinámico de una manera similar a un sistema de listón ranurado complejo. Esta acción mejora el rendimiento a baja velocidad al retrasar la separación de la capa límite en ángulos de ataque elevados. Sin embargo, a diferencia del sistema de listones ranurados complejos existentes, las realizaciones de la divulgación eliminan la superposición del borde de ataque de listón en el crucero y una ranura del borde de ataque en una posición extendida. La eliminación de la superposición de los bordes de ataque de listones en el crucero y una ranura del borde de ataque en una posición extendida reduce el arrastre de crucero y el ruido de aproximación. Por lo tanto, los dispositivos de sustentación elevada de borde de ataque complejos y pesados que son costosos, de mantenimiento intensivo y que experimentan discontinuidades de superficie que reducen el rendimiento, se sustituyen por un dispositivo de borde de ataque más simple, más ligero y más suave.

20 La figura 3 es una ilustración de una vista en perspectiva de un conjunto de superficie de sustentación 300 (por ejemplo, un ala) que muestra un dispositivo de borde de ataque 302 bajado (dispositivo de borde de ataque 302) que expone una pluralidad de generadores de vórtice 308 retráctiles (RVG) según una realización de la divulgación. El conjunto de superficie de sustentación 300 puede comprender el dispositivo de borde de ataque 302, los RVG 308, una bisagra 310, una primera superficie 314 (superficie 314 superior) (superficie de sustentación 314), una segunda superficie 316 (superficie 316 inferior) y un mecanismo accionador de bisagra 318.

25 El conjunto de superficie de sustentación 300 puede comprender, por ejemplo pero sin limitación, un cuerpo aerodinámico tal como un ala de aeronave, una cola vertical de aeronave, una superficie de control de aeronave (tal como un elevador de aeronave, un alerón de aeronave y un timón de aeronave, un perfil aerodinámico), una superficie de sustentación de un coche de carreras, un timón de barco, un aerodeslizador, una hélice de motor, un aerogenerador y similares.

30 El dispositivo de borde de ataque 302 comprende un borde de ataque 304, un borde de salida 306 y una superficie 330 inferior de borde de ataque. El dispositivo de borde de ataque 302 comprende un dispositivo de borde de ataque bajado no ranurado, articulado y simple que aumenta una curvatura del conjunto de superficie de sustentación 300 en configuraciones de baja velocidad. Como se ha mencionado anteriormente, en una realización el dispositivo de borde de ataque 302 comprende un dispositivo de borde de ataque bajado ranurado que aumenta una curvatura del conjunto de superficie de sustentación 300 en configuraciones de baja velocidad. El borde de ataque 304 es un primer borde del dispositivo de borde de ataque 302 en encontrar un medio de flujo tal como el flujo de aire de corriente 312 libre de aire en el caso de una aeronave o coches de carrera y de agua en el caso de un timón de barco.

35 El dispositivo de borde de ataque 302 está acoplado de manera articulada a la primera superficie 314 (superficie 314 superior) a través de la bisagra 310. Puede proporcionarse una superficie aerodinámica 334 (superficie dinámica de fluido 334) para soportar el dispositivo de borde de ataque 302. La superficie aerodinámica 334 actúa como una extensión del borde de salida 306 cuando el dispositivo de borde de ataque 302 está bajado, cubriendo de este modo una distancia 338 entre el borde de salida 306 y un borde 340. En la realización mostrada en la figura 3, los RVG 308 se extienden fuera de las ranuras 322 en un revestimiento y una distancia por encima de la superficie dinámica de fluido 334 del conjunto de superficie de sustentación 300 cuando el dispositivo de borde de ataque 302 está bajado. Sin embargo, en otras realizaciones, las RVG pueden extenderse fuera de las ranuras en un revestimiento y una distancia por encima de otras superficies dinámicas de fluido del conjunto de superficie de sustentación 300. El borde de salida 306 y el borde 340 se superponen cuando el dispositivo de borde de ataque 302 está en una posición completamente retraída (figura 5). El dispositivo de borde de ataque 302 es operable para bajarse y elevarse utilizando el mecanismo accionador de bisagra 318 como se explica, a continuación, con más detalle en el contexto de la discusión de la figura 4.

40 En la realización mostrada en la figura 3, los RVG 308 comprenden generadores de vórtice móviles que pueden estar posicionados bajo el borde de salida 304 del dispositivo de borde de ataque 302. Los RVG 308 están acoplados por medios de acoplamiento 320 al mecanismo accionador de bisagra 318. Durante el vuelo de crucero, el dispositivo de borde de ataque 302 está posicionado en la posición nominal 342, cubriendo de este modo los RVG 308 (figura 5) y proporcionando una superficie de arrastre lisa y baja (superficie 314 superior) para el conjunto de superficie de sustentación 300 (por ejemplo, ala). A baja velocidad, como se muestra en la figura 3, el dispositivo de borde de ataque 302 gira hacia abajo sobre su bisagra 310, exponiendo los RVG 308 a través de ranuras 322 que después se extienden dentro del flujo de aire de corriente 312 libre. De esta manera, los RVG 308 a través de las ranuras 322 energizan el flujo de aire de corriente 312 libre sobre la superficie 314 superior de una manera similar a un sistema de listones ranurados complejos. Esta acción mejora el rendimiento a baja velocidad al retrasar la

separación de la capa límite en ángulos de ataque elevados.

Los RVG 308 pueden comprender diversos generadores de vórtice de tipo de perfil aerodinámico, tales como, pero sin limitación, co-giratorio, contra-giratorio, biplano y similares. Los RVG 308 pueden colocarse generalmente en una única fila. Sin embargo, también se pueden utilizar configuraciones en tándem. En configuraciones en tándem, se puede utilizar una segunda fila de los RVG 308 para reactivar la capa límite si los vórtices de una primera fila han perdido su eficacia. Las ranuras 322 deben tener una anchura 324 suficiente para permitir una proyección de los RVG 308 a través de las mismas, pero la anchura 324 no debe ser tan grande como para crear un hueco excesivamente grande (no mostrado) entre los RVG 308 y un borde de ranura 326 de las ranuras 322. Las RVG 308 pueden tener, por ejemplo, pero sin limitación, un espaciamiento 328 de aproximadamente 2,54 - 25,4 cm, una altura 344 de aproximadamente 0,25 - 6,35 cm, y una cuerda de aproximadamente 0,25 - 7,62 cm.

La primera superficie 314 puede ser una superficie superior y la segunda superficie 316 puede ser una superficie inferior si el conjunto de superficie de sustentación 300 está orientado horizontalmente, tal como cuando el conjunto 300 es un ala de aeronave, un elevador de aeronave o la superficie de sustentación de un coche de carreras. Sin embargo, si el conjunto de superficie de sustentación 300 está orientado verticalmente, la primera superficie 314 y la segunda superficie 316 pueden comprender una primera superficie lateral y una segunda superficie lateral.

El mecanismo accionador de bisagra 318 puede estar situado en un hueco 336 dentro del conjunto de superficie de sustentación 300 y acoplado a una parte interior de la superficie 316 inferior del dispositivo de borde de ataque 302. El mecanismo accionador de bisagra 318 puede estar al menos parcialmente cubierto y encerrado por la superficie 314 superior y la superficie 316 inferior. El mecanismo accionador de bisagra 318 es operable para accionar el dispositivo de borde de ataque 302 como se explica a continuación.

La figura 4 es una ilustración de una vista en sección lateral de una parte de un conjunto de superficie de sustentación 400 que muestra la bajada del borde de ataque que expone un único generador de vórtice retráctil (RVG) 308 según una realización de la divulgación. El conjunto de superficie de sustentación 400 comprende el dispositivo de borde de ataque 302, el RVG 308, la bisagra 310, la superficie 314 superior, la superficie 316 inferior, el mecanismo accionador de bisagra 318, el medio de acoplamiento 320 y la superficie dinámica de fluido 334. La realización de la figura 4 puede tener funciones, material y estructuras que sean similares a las realizaciones mostradas en la figura 3. Por lo tanto, las características, funciones y elementos comunes no se pueden describir, redundantemente, en el presente documento.

El mecanismo accionador de bisagra 318 está acoplado al dispositivo de borde de ataque 302 y es operable para accionar el dispositivo de borde de ataque 302 en una dirección ascendente (de levantamiento) o descendente (de bajada) (si el conjunto de superficie de sustentación 300-400 está orientado horizontalmente) o en una dirección de lado a lado (si el conjunto de superficie de sustentación 300-400 está orientado verticalmente). El mecanismo accionador de bisagra 318 hace que el dispositivo de borde de ataque 302 se extienda desde una posición nominal 402 (342 en la figura 3) hasta una posición 404 bajada (posición 404 desviada). El dispositivo de borde de ataque 302 gira de manera articulada alrededor de la bisagra 310 desde la posición nominal 402 hasta la posición 404 bajada para exponer el RVG 308. En la realización mostrada en la figura 4, un ángulo de rotación α del dispositivo de borde de ataque 302 puede variar, por ejemplo pero sin limitación, desde 0 a 30 grados, y similar. Puede utilizarse cualquier mecanismo de accionamiento conocido en la técnica adecuado para extender/retraer el dispositivo de borde de ataque 302.

El RVG 308 está sustancialmente cubierto cuando el dispositivo de borde de ataque 302 está en la posición nominal 402 con respecto a la superficie de sustentación 314 y el RVG 308 está expuesto a una distancia variable dentro de una capa límite y es capaz de generar vórtices en la capa límite en una parte de la superficie de sustentación 314 durante el vuelo cuando el RVG 308 está en la posición 404 desviada con relación a la superficie de sustentación 314.

La bisagra que acopla el dispositivo de borde de ataque 302 al conjunto de superficie de sustentación 400 proporciona el borde de ataque 302 articulado. Por lo tanto, en este documento, los términos dispositivo de borde de ataque 302 y borde de ataque 302 articulado pueden usarse indistintamente. Además, el borde de ataque 302 articulado proporciona un RVG 308 expuesto y un RVG 308 cubierto (figura 5) cuando el borde de ataque 302 articulado está bajado y levantado, respectivamente. Por lo tanto, en este documento, los términos RVG 308, RVG 308 expuesto, y RVG 308 cubierto pueden utilizarse indistintamente.

En la práctica, en una condición de vuelo a baja velocidad, el borde de ataque 302 articulado gira en su bisagra 310, exponiendo el RVG 308 para proporcionar el RVG 308 expuesto que después se extiende dentro del flujo de aire de corriente 312 libre y en una condición de vuelo de crucero el borde de ataque 302 articulado cubre el RVG 308 para proporcionar el RVG 308 cubierto que proporciona una superficie de arrastre lisa y baja del conjunto de superficie de sustentación 400.

5 Las figuras 5-8 son ilustraciones secuenciales de vistas en perspectiva del conjunto de superficie de sustentación 500/600/700/800 que muestra el dispositivo de borde de ataque 302 del conjunto de superficie de sustentación 300/400 en diversas posiciones según una realización de la divulgación. Las realizaciones de las figuras 5-8 pueden tener funciones, materiales y estructuras que sean similares a las realizaciones mostradas en las figuras 3-4. Por lo tanto, las características, funciones y elementos comunes no se pueden describir, redundantemente, en el presente documento.

10 En la práctica, los RVG 308 se extienden a través del conjunto de superficie de sustentación 300 para aumentar la sustentación, cuando el dispositivo de borde de ataque 302 está bajado y los RVG 308 se retraen dentro del conjunto 300 de superficie de sustentación para reducir el arrastre cuando se levanta el borde de ataque 302 articulado.

La figura 5 es una ilustración de una vista en perspectiva del conjunto de superficie de sustentación 500 (por ejemplo, ala) que muestra la superficie 314 superior lisa y la superficie 316 inferior en configuración de crucero con los RVG 308 ocultos bajo un borde de ataque bajado tal como el dispositivo de borde de ataque 302 según una realización de la divulgación.

15 La figura 6 es una ilustración de una vista en perspectiva de un conjunto de superficie de sustentación 600 que muestra el dispositivo de borde de ataque 302 bajado a un ángulo inicial de rotación α de aproximadamente 5 grados exponiendo los RVG 308 a través de las ranuras 322 según una realización de la divulgación.

20 La figura 7 es una ilustración de una vista en perspectiva de un conjunto de superficie de sustentación 700 que muestra el dispositivo de borde de ataque 302 bajado a un ángulo medio de rotación α de aproximadamente 15 grados extendiendo los RVG 308 fuera de las ranuras 322 en el revestimiento de la superficie aerodinámica 334 según a una realización de la divulgación.

25 La figura 8 es una ilustración de una vista en perspectiva de un conjunto de superficie de sustentación 800 que muestra el dispositivo de borde de ataque 302 bajado a un ángulo de rotación α completamente extendido de aproximadamente 30 grados que expone y extiende completamente los RVG 308 de las ranuras 322 según una realización de la divulgación.

Como se ha explicado anteriormente, las figuras 5-8 muestran una desviación/bajada ejemplar del dispositivo de borde de ataque 302 en diversos ángulos de rotación α en un intervalo de aproximadamente 0-30 grados. Sin embargo, también se pueden utilizar otros ángulos de rotación α para exponer los RVG 308.

30 El dispositivo de borde de ataque 302 puede bajarse exponiendo los RVG 308 para facilitar el acceso de mantenimiento a una parte interior del conjunto de superficie de sustentación 300/400/500/600/700/800 tal como, pero sin limitación, una parte interior de un ala y similar, según una realización de la divulgación. De esta manera, la complejidad se reduce en comparación con las soluciones existentes tales como paneles inferiores amovibles. La figura 9 es una ilustración de un diagrama de flujo ejemplar que muestra un procedimiento 900 para mejorar el rendimiento a baja velocidad del conjunto de superficie de sustentación 300/400/500/600/700/800 utilizando los RVG 308 según una realización de la divulgación. Las diversas tareas realizadas en relación con el procedimiento 900 pueden realizarse mecánicamente, por *software*, *hardware*, *firmware*, o cualquier combinación de los mismos. A efectos ilustrativos, la siguiente descripción del procedimiento 900 puede referirse a los elementos mencionados anteriormente en relación con las figuras 3-9. En las realizaciones prácticas, partes del procedimiento 900 pueden realizarse por el dispositivo de borde de ataque 302, los RVG 308, la bisagra 310, la primera superficie 314, la segunda superficie 316, el mecanismo accionador de bisagra 318, la superficie dinámica de fluido 334, etc. El procedimiento 900 puede tener funciones, materiales y estructuras que sean similares a las realizaciones mostradas en las figuras 3-8. Por lo tanto, las características, funciones y elementos comunes no se pueden describir, redundantemente, en el presente documento. El procedimiento 900 puede comenzar por acoplar al menos un generador de vórtice retráctil tal como el RVG 308 a un conjunto de superficie de sustentación tal como el conjunto de superficie de sustentación 300 (tarea 902).

El procedimiento 900 puede continuar mediante la bisagra que acopla un dispositivo de borde de ataque tal como el dispositivo de borde de ataque 302 al conjunto de superficie de sustentación 300 para proporcionar el borde de ataque 302 articulado (tarea 904).

50 El procedimiento 900 puede continuar extendiendo el RVG 308 a través del conjunto de superficie de sustentación 300 para aumentar la sustentación bajando un borde de ataque articulado tal como el borde de ataque 302 articulado acoplado al conjunto de superficie de sustentación 300 (tarea 906). El procedimiento 900 puede continuar retrayendo el RVG 308 dentro del conjunto de superficie de sustentación 300 para reducir el arrastre (tarea 908).

El procedimiento 900 puede, entonces, continuar exponiendo el RVG 308 bajando el borde de ataque 302 articulado (tarea 910) para proporcionar un generador de vórtice 308 expuesto. De esta manera, el generador de vórtice 308

expuesto energiza un flujo de aire sobre la superficie 314 superior de la superficie de sustentación retrasando una separación de la capa límite del flujo de aire en un ángulo elevado de ataque del conjunto de superficie de sustentación 300. El generador de vórtice 308 expuesto proporciona una velocidad de pérdida inferior para el conjunto de superficie de sustentación 300.

- 5 El procedimiento 900 puede continuar acoplando el borde de ataque 302 articulado al RVG 308, por lo que la bajada del borde de ataque 302 articulado extiende el RVG 308 a través del conjunto de superficie de sustentación 300 (tarea 912).

10 El procedimiento 900 puede continuar acoplando el borde de ataque 302 articulado al RVG 308, por lo que el levantamiento del borde de ataque 302 articulado retrae el RVG 308 dentro del conjunto de superficie de sustentación 300 (tarea 914).

El procedimiento 900 puede continuar cubriendo el RVG 308 levantando el borde de ataque 302 articulado (tarea 916). De esta manera, el generador de vórtice 308 cubierto reduce el arrastre de crucero.

15 La figura 10 es una ilustración de un diagrama de flujo ejemplar que muestra un procedimiento para operar un conjunto de superficie de sustentación para proporcionar un rendimiento mejorado a baja velocidad según una realización de la divulgación. Las diversas tareas realizadas en relación con el procedimiento 1000 pueden realizarse mecánicamente, por *software*, *hardware*, *firmware* o cualquier combinación de los mismos. A efectos ilustrativos, la siguiente descripción del procedimiento 1000 puede referirse a los elementos mencionados anteriormente en relación con las figuras 3-8. En las realizaciones prácticas, partes del procedimiento 1000 pueden realizarse por el dispositivo de borde de ataque 302, los RVG 308, la bisagra 310, la primera superficie 314, la segunda superficie 316, el mecanismo accionador de bisagra 318, la superficie dinámica de fluido 334, etc. El procedimiento 1000 puede tener funciones, materiales y estructuras que sean similares a las realizaciones mostradas en las figuras 3-9. Por lo tanto, las características, funciones y elementos comunes no se pueden describir redundantemente en el presente documento.

25 El procedimiento 1000 puede comenzar haciendo que un fluido fluya sobre un conjunto de superficie de sustentación tal como el conjunto de superficie de sustentación 300 (tarea 1002). De esta manera, el procedimiento 1000 puede hacer que el conjunto de superficie de sustentación 300 se mueva a través del fluido o haga que el fluido se mueva sobre el conjunto de superficie de sustentación 300. En una realización en la que el conjunto de superficie de sustentación 300 comprende un ala o cola de aeronave o una superficie de sustentación del coche de carreras, el medio es el aire. En un caso en el que el conjunto de superficie de sustentación 300 es un timón de barco, el medio es el agua.

30 El procedimiento 1000 puede continuar entonces bajando (desviando) un dispositivo de borde de ataque tal como el dispositivo de borde de ataque 302 articulado a una superficie tal como la primera superficie 314 del conjunto de superficie de sustentación 300 desde la posición nominal 402 a una posición desviada/bajada 404 (tarea 1004).

35 El procedimiento 1000 puede entonces continuar mediante uno o más RVG tales como los RVG 308 extendidos o expuestos a una distancia (no mostrada) más allá de la superficie dinámica de fluido 334 del conjunto de superficie de sustentación 300 en respuesta a la bajada del dispositivo de borde de ataque 302 (tarea 1006). En una realización, los RVG 308 pueden extenderse o estar expuestos a una distancia (no mostrada) más allá de la primera superficie 314 del conjunto de superficie de sustentación 300 en respuesta a la desviación/bajada.

40 El procedimiento 1000 puede, entonces, continuar mediante uno o más RVG que hacen que se genere un vórtice dentro del fluido (no mostrado) (tarea 1008), que fluye sobre el conjunto de superficie de sustentación 300.

El procedimiento 1000 puede, entonces, continuar variando una magnitud/ángulo de rotación α de una posición bajada del dispositivo de borde de ataque 302 (tarea 1010).

45 El dispositivo de borde de ataque 302 en la posición bajada aumenta la curvatura y los RVG extendidos 308 energizan el flujo de aire sobre la superficie 314 superior. De esta manera, la separación de flujo se retrasa mejorando el rendimiento a baja velocidad del conjunto de superficie de sustentación 300 retrasando una separación de capa límite a ángulos de ataque elevados. Esto, a su vez, disminuye una "velocidad de pérdida" y en el caso de las aeronaves crea condiciones de vuelo óptimas cuando se opera a velocidades bajas y altitudes bajas asociadas, por ejemplo, con el despegue, y un acercamiento al aterrizaje.

50 De esta manera, diversas realizaciones de la divulgación proporcionan un dispositivo y unos métodos para reducir la "velocidad de pérdida" de un conjunto de superficie de sustentación extendiendo generadores de vórtice retractiles a través del conjunto de superficie de sustentación a través de la bajada de un borde de ataque articulado acoplado al conjunto de superficie de sustentación. De esta manera, los dispositivos de sustentación elevada de borde de ataque complejos y pesados que son costosos, de mantenimiento intensivo y experimentan discontinuidades de

superficie que reducen el rendimiento, se sustituyen por un dispositivo de borde de ataque más simple, más ligero y más suave.

Aunque se ha presentado al menos un ejemplo de realización en la descripción detallada anterior, debe apreciarse que existe un gran número de variaciones. Debe apreciarse también que la realización o realizaciones ejemplares descritas en el presente documento no pretenden limitar de ninguna manera el alcance, la aplicabilidad o la configuración de la materia objeto. Más bien, la descripción detallada anterior proporcionará a los expertos en la técnica una hoja de ruta conveniente para implementar la realización o realizaciones descritas. Debe entenderse que pueden realizarse diversos cambios en la función y disposición de los elementos sin apartarse del alcance definido por las reivindicaciones, que incluye equivalentes conocidos y equivalentes previsibles en el momento de presentar esta solicitud de patente.

La descripción anterior se refiere a elementos o nodos o características que están "conectados" o "acoplados" entre sí. Como se utiliza en el presente documento, a menos que se indique expresamente lo contrario, "conectado" significa que un elemento/nodo/característica está directamente unido a (o comunica directamente con) otro elemento/nodo/característica y no necesariamente mecánicamente. Del mismo modo, a menos que se indique expresamente lo contrario, "acoplado" significa que un elemento/nodo/característica está directa o indirectamente unido a (o comunica directa o indirectamente con) otro elemento/nodo/característica y no necesariamente mecánicamente. Por lo tanto, aunque las figuras 3-8 ilustran disposiciones ejemplares de elementos, pueden estar presentes elementos, dispositivos, características o componentes intervinientes adicionales en una realización de la divulgación.

Los términos y frases utilizados en este documento y las variaciones de los mismos, a menos que se indique expresamente lo contrario, deben considerarse como ilimitados y no como limitados. Como ejemplos de lo anterior: el término "que incluye" debe leerse como "que incluye, sin limitación" o similar; el término "ejemplo" se utiliza para proporcionar casos ejemplares del artículo indicado, no una lista exhaustiva o limitativa de los mismos; y los adjetivos tales como "convencional", "tradicional", "normal", "estándar", "conocido" y términos de significado similar no deben considerarse como limitando el artículo descrito en un período de tiempo determinado o un artículo disponible a partir de un tiempo determinado, sino deben leerse para abarcar tecnologías convencionales, tradicionales, normales o estándar que pueden estar disponibles o conocerse ahora o en cualquier momento en el futuro.

Del mismo modo, no se debe interpretar que un grupo de artículos relacionados con la conjunción "y" requiera que todos y cada uno de esos artículos estén presentes en la agrupación, sino debe interpretarse como "y/o" a menos que se indique expresamente lo contrario. De manera similar, un grupo de artículos relacionados con la conjunción "o" no debe interpretarse como requiriendo la exclusividad mutua en todo ese grupo, sino también debe interpretarse como "y/o" a menos que se indique expresamente lo contrario. Además, aunque se pueden describir o reivindicar artículos, elementos o componentes de la divulgación en singular, se contempla que el plural está dentro del alcance de los mismos, a menos que se indique explícitamente la limitación al singular.

La presencia de palabras y frases de ampliación como "uno o más", "al menos", "pero no limitado a" u otras frases semejantes en algunos casos no se debe interpretar que significa que el caso más estrecho está destinado o requerido en casos en los que tales frases de ampliación pueden estar ausentes. El término "aproximadamente" al referirse a un valor o intervalo numérico está destinado a abarcar valores que resultan del error experimental que puede ocurrir al tomar mediciones.

Como se utiliza en el presente documento, a menos que se indique expresamente lo contrario, "operable" significa capaz de ser utilizado, ajustado o listo para el uso o servicio, que se puede utilizar para un propósito específico y capaz de realizar una función citada o deseada descrita en el presente documento. En relación con los sistemas y dispositivos, el término "operable" significa que el sistema y/o el dispositivo están completamente funcionales y calibrados, comprenden elementos y cumplen los requisitos de operabilidad aplicables para realizar una función citada cuando están activados.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de superficie de sustentación (300; 400; 500; 600; 700; 800) que comprende:
una primera superficie (314) superior y una segunda superficie (316) inferior,
un dispositivo de borde de ataque (302) acoplado de manera articulada a la primera y segunda superficie (314, 316)
5 a través de una bisagra (310) y que comprende un borde de ataque (304) y un borde de salida (306), una superficie
aerodinámica (334) que soporta el dispositivo de borde de ataque (302) y configurado para actuar como una
extensión del borde de salida (306) cuando el dispositivo de borde de ataque (302) está bajado, cubriendo de este
modo una distancia (338) entre el borde de salida (306) y un borde (340) de la primera superficie (314), en el que el
10 borde de salida (306) y el borde (340) se solapan cuando el dispositivo de borde de ataque (302) está en una
posición completamente retraída o nominal y
al menos un generador de vórtice (308) retráctil acoplado a la primera y segunda superficie (314, 316) por debajo del
borde (304), y operable para:
extenderse fuera de una ranura (322) en un revestimiento y una distancia por encima de la superficie aerodinámica
(334) para aumentar la sustentación, cuando el dispositivo de borde de ataque (302) articulado está bajado; y
15 retraerse dentro del conjunto de superficie de sustentación (300; 400; 500; 600; 700; 800) para reducir el arrastre,
cuando se levanta el borde de ataque (302) articulado.
2. El conjunto de superficie de sustentación (300; 400; 500; 600; 700; 800) según la reivindicación 1, en el que el
conjunto de superficie de sustentación (300; 400; 500; 600; 700; 800) está configurado de tal manera que la bajada
expone al menos un generador de vórtice (308).
- 20 3. El conjunto de superficie de sustentación (300; 400; 500; 600; 700; 800) según la reivindicación 1 o 2, en el que el
conjunto de superficie de sustentación (300; 400; 500; 600; 700; 800) está configurado de tal manera que el
levantamiento del borde de ataque (302) articulado cubre al menos un generador de vórtice (308).
4. El conjunto de superficie de sustentación (300; 400; 500; 600; 700; 800) según cualquiera de las reivindicaciones
1 a 3, en el que el conjunto de superficie de sustentación (300; 400; 500; 600; 700; 800) está configurado de tal
25 manera que:
el al menos un generador de vórtice (308) está sustancialmente cubierto, cuando el dispositivo de borde de ataque
(302) articulado está en la posición nominal (342; 402); y
el al menos un generador de vórtice (308) está expuesto a una distancia variable dentro de una capa límite y es
operable para generar vórtices en la capa límite en una parte del conjunto de superficie de sustentación (300; 400;
30 500; 600; 700; 800) durante el vuelo cuando el al menos un generador de vórtice (308) está en una posición
desviada con respecto a la primera y segunda superficie (314, 316).
5. El conjunto de superficie de sustentación (300; 400; 500; 600; 700; 800) según cualquiera de las reivindicaciones
1 a 4, en el que el conjunto de superficie de sustentación (300; 400; 500; 600; 700; 800) comprende una
configuración de baja velocidad en la que el borde de ataque (302) articulado aumenta una curvatura del conjunto de
35 superficie de sustentación (300; 400; 500; 600; 700; 800).
6. Un método (900) para mejorar el rendimiento a baja velocidad de un conjunto de superficie de sustentación (300;
400; 500; 600; 700; 800) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que:
se extiende (906) el al menos un generador de vórtice (308) fuera de la ranura (322) a través de la superficie
40 aerodinámica (334) bajando un borde de ataque (302) articulado acoplado al conjunto de superficie de sustentación
(300; 400; 500; 600 700, 800), para aumentar la sustentación; y
se retrae (908) el al menos un generador de vórtice (308) dentro del conjunto de superficie de sustentación (300;
400; 500; 600; 700; 800) para reducir el arrastre.
7. El método según la reivindicación 6, que comprende además la retracción del al menos un generador de vórtice
(308) dentro del conjunto de superficie de sustentación (300; 400; 500; 600; 700; 800) levantando el dispositivo de
45 borde de ataque (302) articulado.
8. El método según la reivindicación 6 o 7, que comprende además cubrir (916) al menos un generador de vórtice

(308) retrayendo completamente el dispositivo de borde de ataque (302) articulado.

9. El método según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, que comprende además el aumento de una curvatura del conjunto de superficie de sustentación (300; 400; 500; 600; 700; 800) bajando el borde de ataque (302) articulado en una condición de vuelo a baja velocidad.

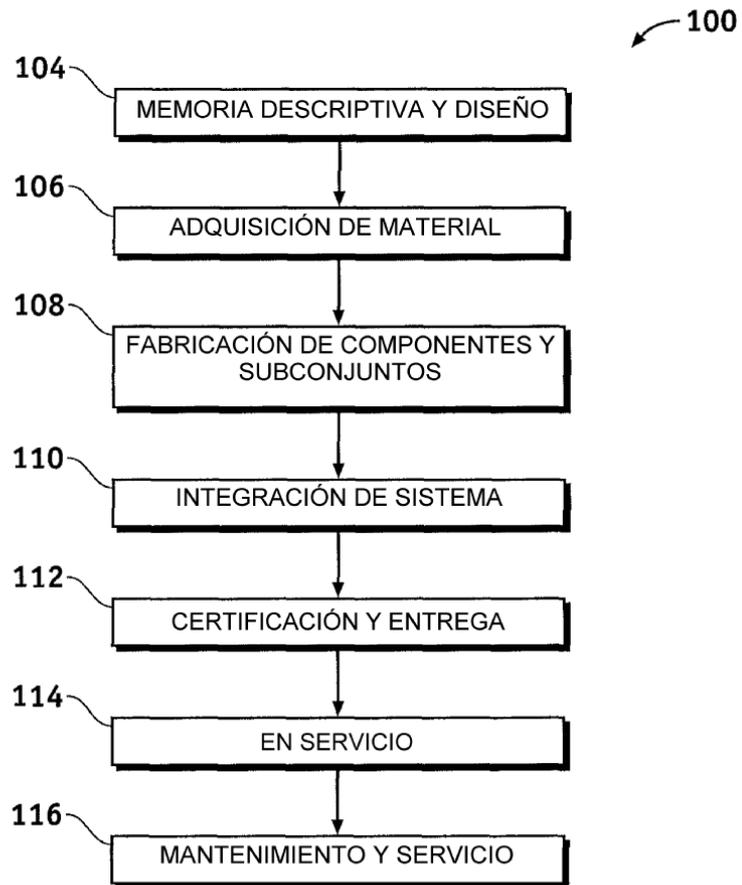


FIG. 1

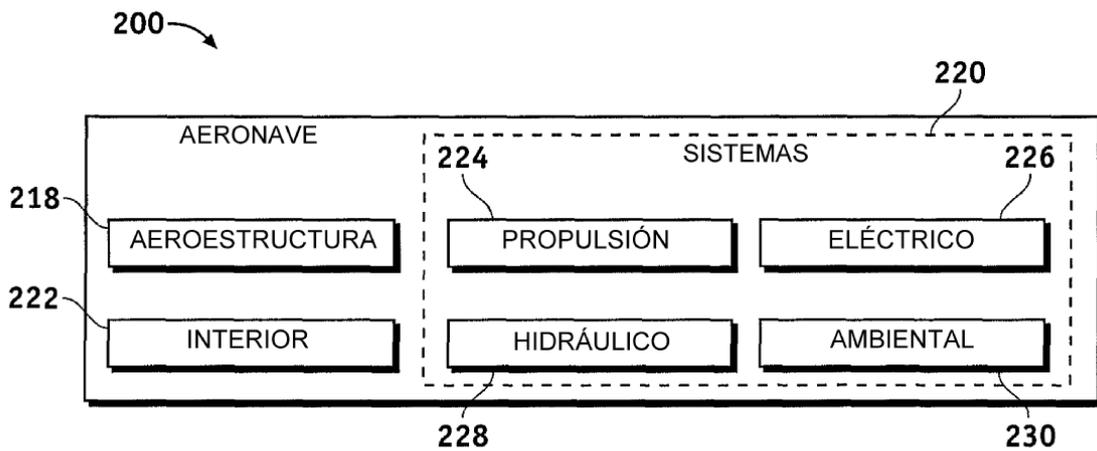
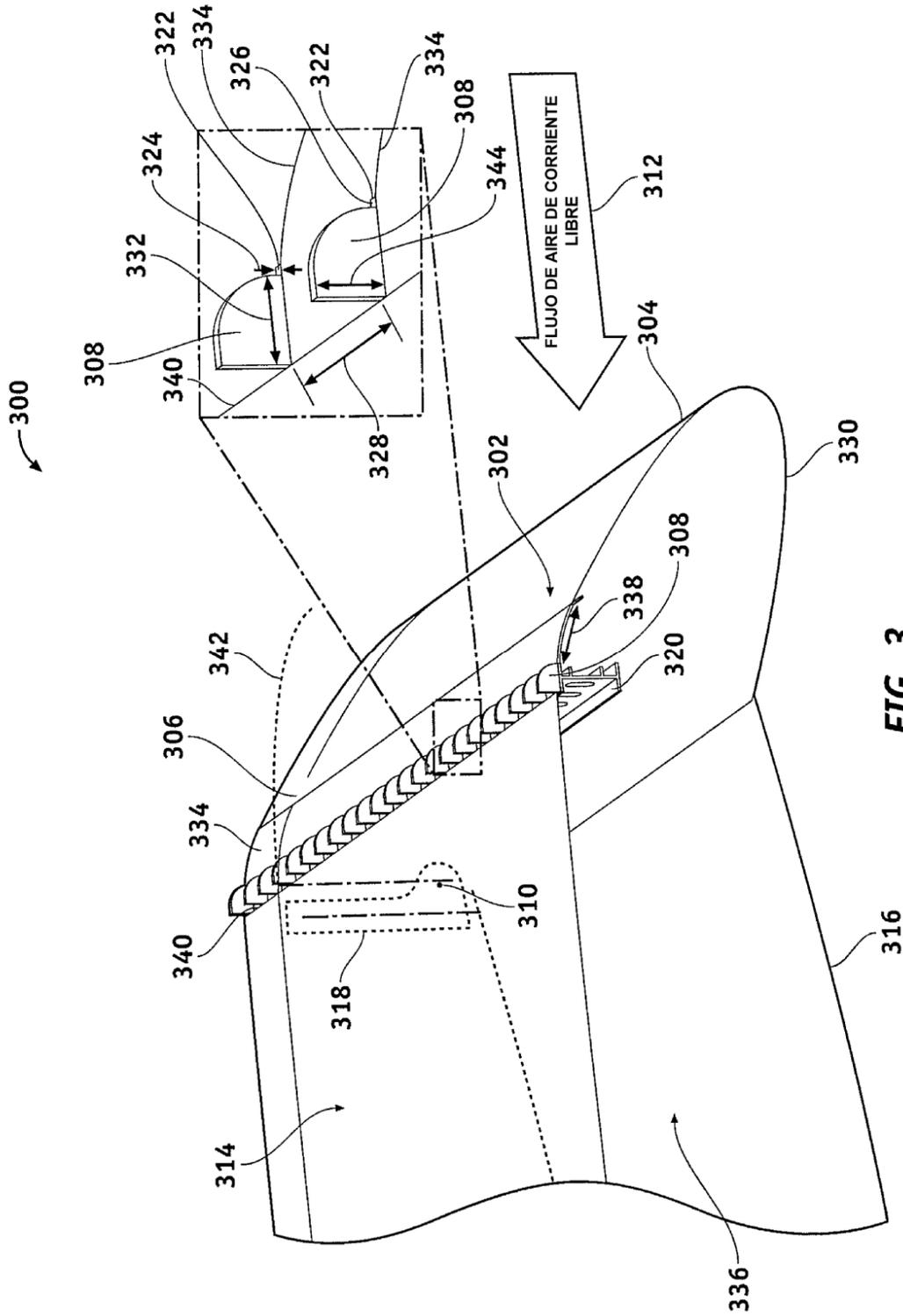


FIG. 2



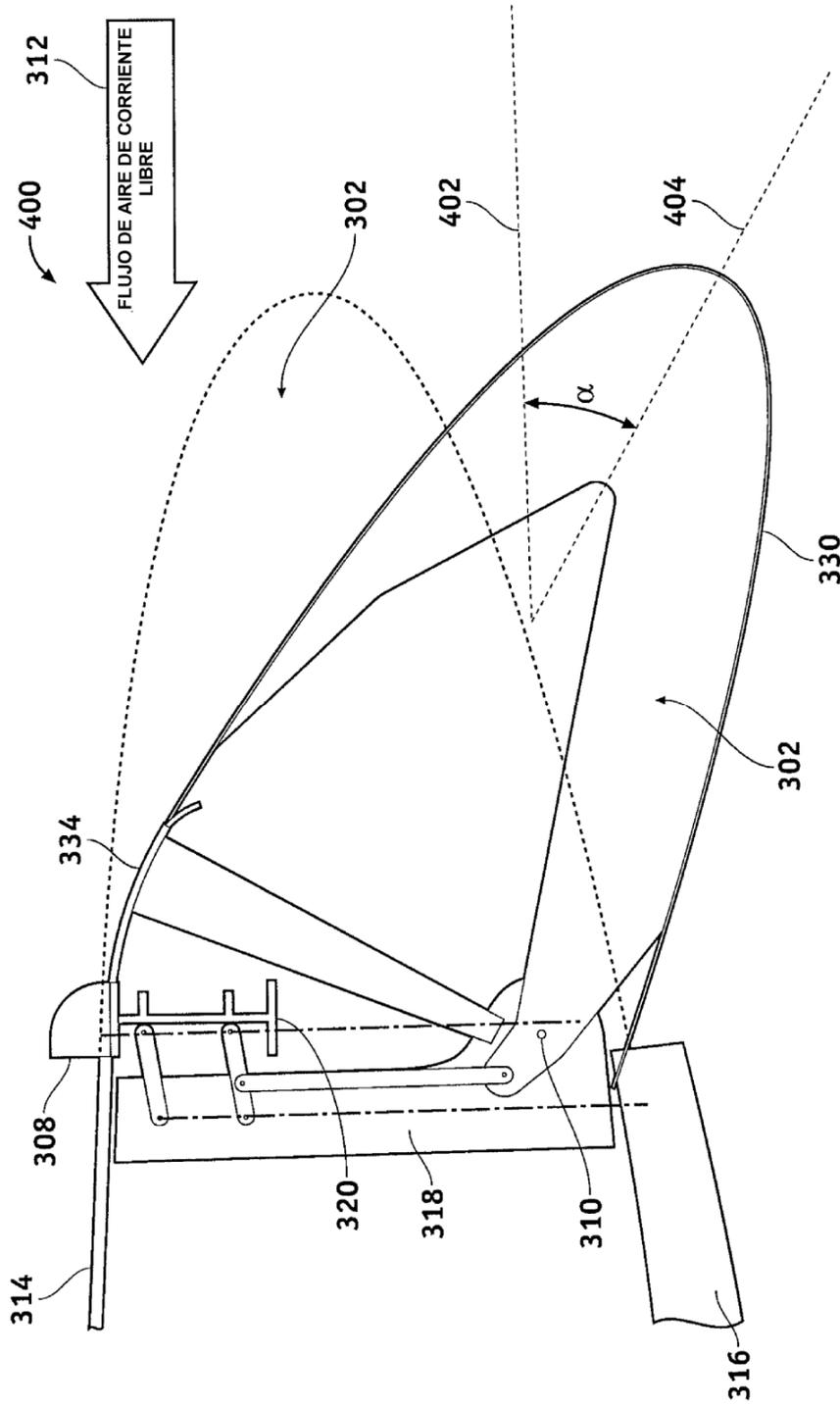
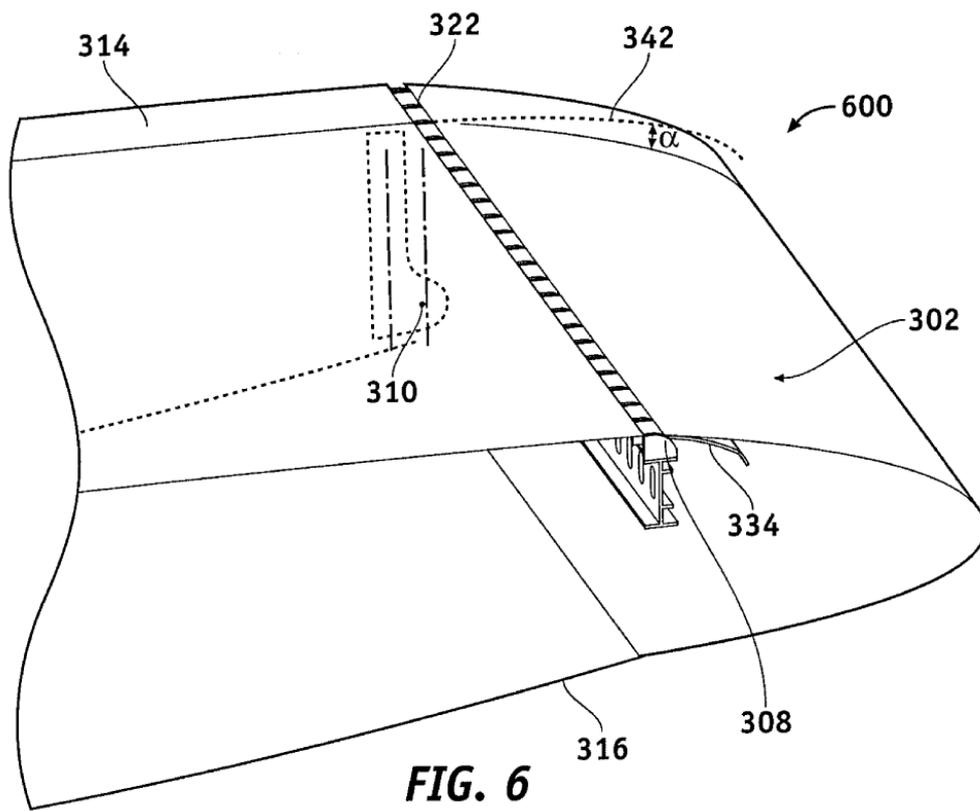
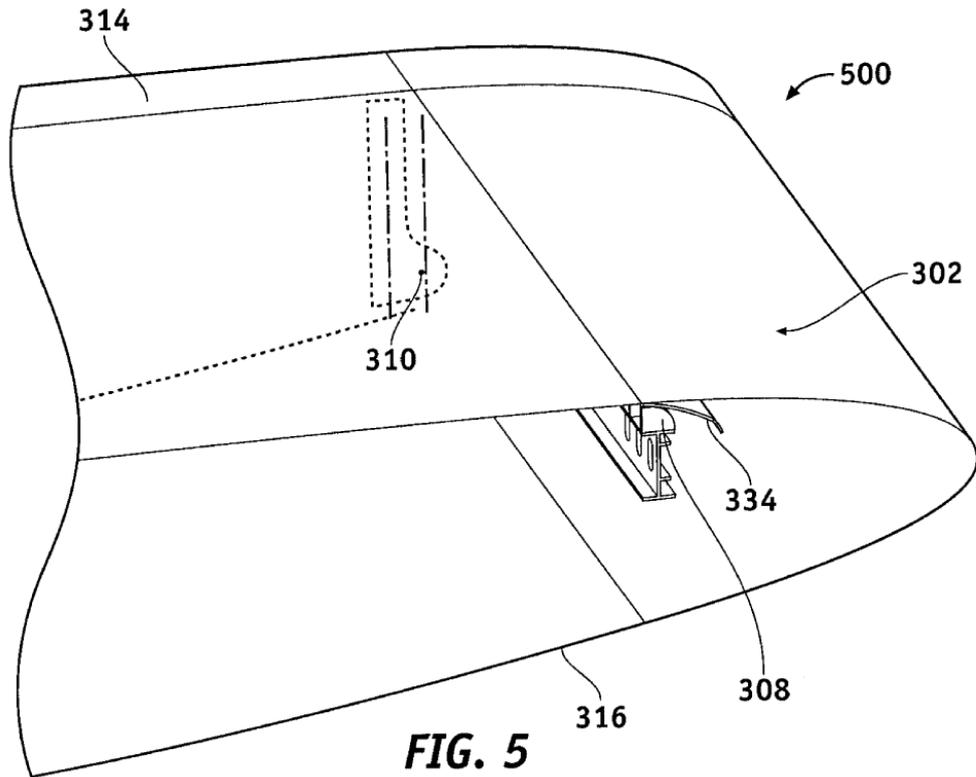
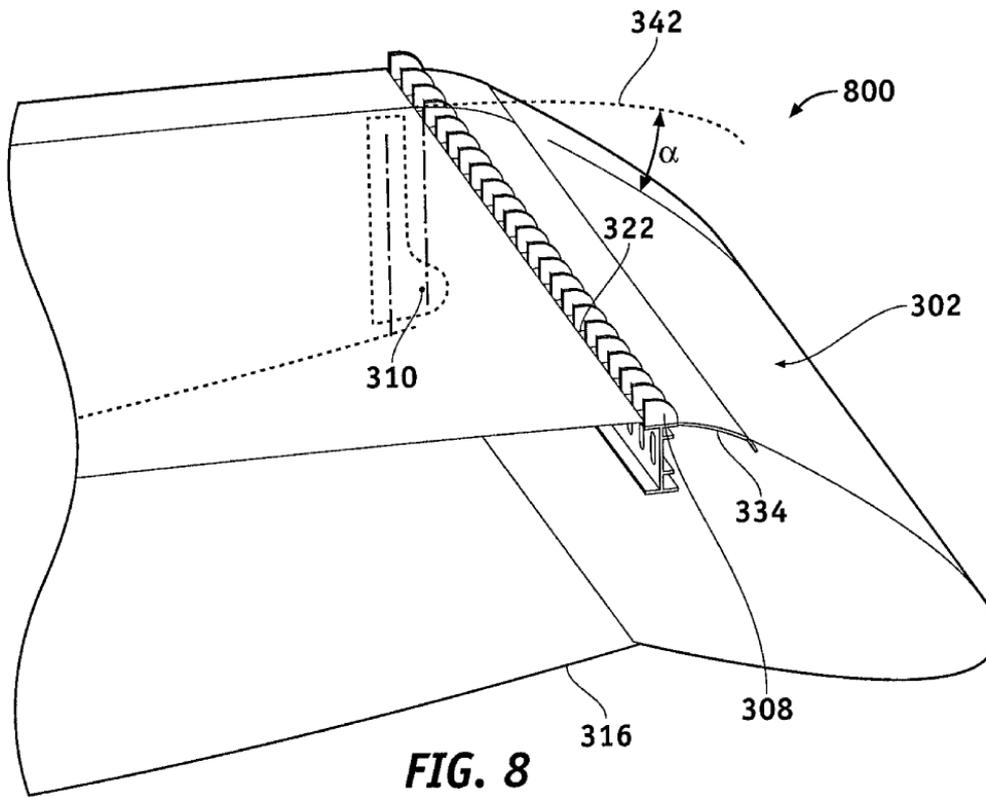
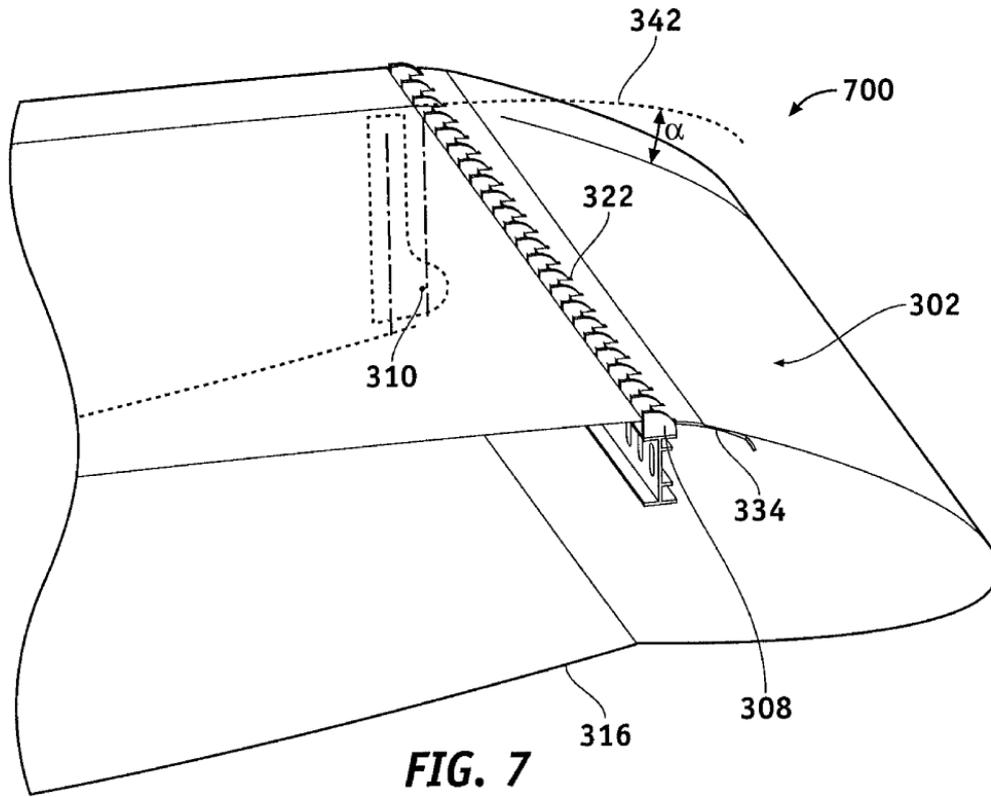


FIG. 4





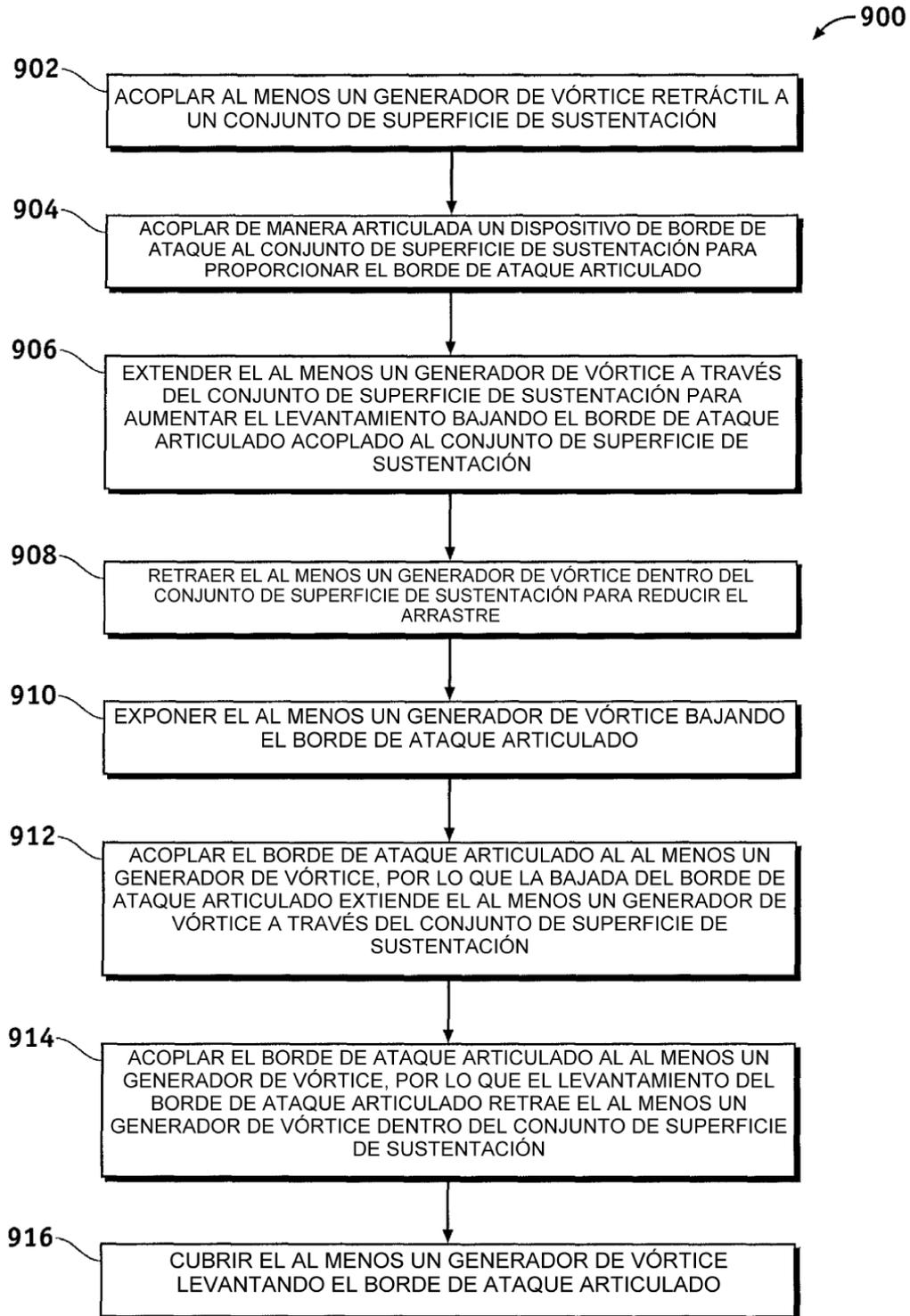


FIG. 9

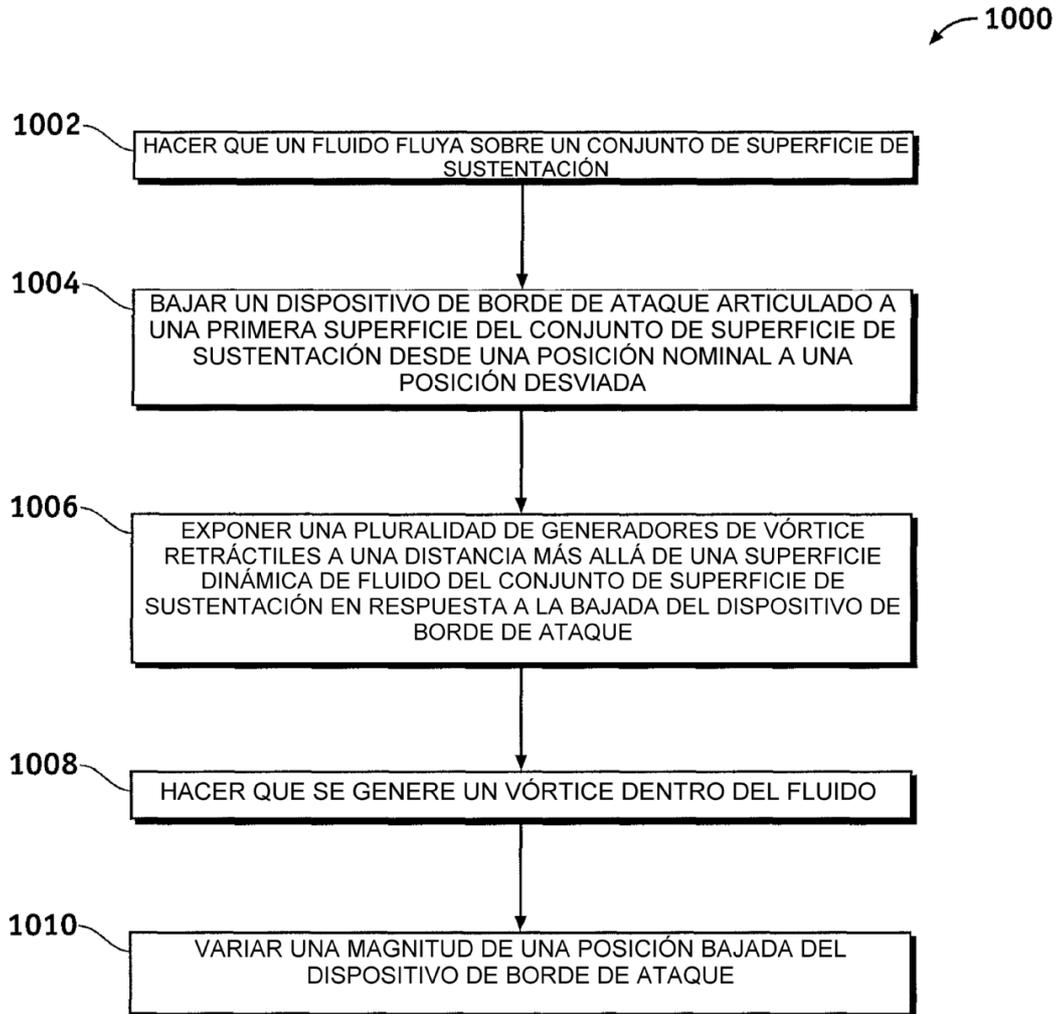


FIG. 10