

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 604 605**

51 Int. Cl.:

B64C 13/04 (2006.01)

B64C 13/16 (2006.01)

B64C 9/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.09.2014** **E 14185978 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.11.2016** **EP 2851292**

54 Título: **Interfaz de control para dispositivos de borde anterior y posterior**

30 Prioridad:

24.09.2013 US 201314035048

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

07.03.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**MOSER, MATTHEW A;
FINN, MICHAEL R y
THOREEN, ADAM**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 604 605 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

Interfaz de control para dispositivos de borde anterior y posterior

5 Campo

La presente divulgación se refiere en general a los controles de vuelo y, más particularmente, a una interfaz para el control de dispositivos del borde anterior y del borde posterior de un ala de una aeronave.

10 Antecedentes

Las aeronaves, tales como los aviones de pasajeros comerciales, normalmente incluyen superficies o dispositivos de control montados en las alas para mejorar el rendimiento aerodinámico de la aeronave. Tales superficies de control incluyen dispositivos del borde anterior y dispositivos del borde posterior del ala, que pueden extenderse y/o desviarse durante las diferentes fases del vuelo para alterar las características de sustentación y/o arrastre de las alas. Por ejemplo, los aviones comerciales típicamente incluyen listones del borde anterior y alerones del borde posterior que pueden extenderse y retraerse durante el despegue, la aproximación, el aterrizaje y otras fases del vuelo para alterar las características de sustentación del ala.

20 Durante ciertas fases de vuelo, la tripulación de vuelo normalmente realiza un gran número de tareas durante un período relativamente corto de tiempo. Por ejemplo, durante la fase de fase de aproximación y de aterrizaje de un vuelo, la tripulación de vuelo puede realizar múltiples tareas para reconfigurar la aeronave en preparación del aterrizaje. Estas tareas de reconfiguración pueden incluir alterar periódicamente el ajuste del empuje del motor, armar los spoilers, bajar el tren de aterrizaje, y otras tareas. Además, la tripulación de vuelo puede necesitar examinar los gráficos de aterrizaje mediante instrumentos, evaluar las condiciones meteorológicas en el aeropuerto de destino, ajustar el altímetro, comunicarse con el control de tráfico aéreo, y monitorizar continuamente la operación de los diversos sistemas.

30 Por otra parte, durante la aproximación y el aterrizaje, la tripulación de vuelo puede tener que realizar varios ajustes comandados por la tripulación de la posición de los dispositivos de borde anterior y posterior. El cambio de posicionamiento de los dispositivos de borde anterior y posterior se realiza normalmente en puntos desencadenantes específicos de velocidad aerodinámica. Además, las posiciones de los dispositivos de borde anterior y posterior pueden ajustarse basándose en el juicio del piloto en consideración de las velocidades máximas de operación (por ejemplo, velocidades de cartel de aleta), instrucciones de control del tráfico aéreo, y otras consideraciones.

40 Las aeronaves convencionales típicamente permiten la extensión de los dispositivos de borde anterior y posterior a un número limitado de ajustes para una fase del vuelo determinada. Por ejemplo, durante el despegue, las aeronaves convencionales pueden permitir la extensión de los alerones solamente a un ajuste de aleta única, tal como una configuración de despegue de los alerones 15. Esta configuración de despegue puede estar basada en un peso de despegue máximo de la aeronave con los motores operando a la máxima potencia de despegue y saliendo desde una pista de longitud estándar a nivel del mar. Sin embargo, la aeronave puede tener un peso de despegue real que puede ser menor que el peso de despegue máximo, de tal manera que el ajuste de los alerones 15 puede resultar en la operación de los motores con un ajuste de empuje innecesariamente alto, que puede contribuir al desgaste del motor y a la generación de ruido excesivo del motor. Además, el posicionamiento de las aletas en una configuración de aleta de las aletas 15 puede generar una tasa de ascenso que esté por encima o por debajo de lo que puede ser la deseada y/o necesaria para los requisitos de ascenso de obstáculos o sin un motor.

50 El documento US 4.106.730 se refiere a un sistema de control para la activación automática de las superficies de control de vuelo de una aeronave de despegue y aterrizaje corto (STOL) que utiliza alerones de soplado de superficie superior cuando la aeronave realiza una maniobra de despegue o aterrizaje STOL con un motor inoperativo.

55 El documento US 2010/0200704 se refiere a un dispositivo para el control automático de un sistema de elementos de alta sustentación de una aeronave. Los elementos de alta sustentación se pueden fijar en una configuración retraída y en varias configuraciones extendidas para crucero, vuelo continuo, despegue o aterrizaje.

60 El documento US 2.350.751 se refiere a un dispositivo para el control de los alerones de las alas de aeronaves que es capaz de efectuar de forma automática el control y el accionamiento de los alerones de las alas cuando la aeronave ha alcanzado una velocidad predeterminada y, más particularmente, para ajustar dichos alerones de las alas en su posición normal de vuelo desde su posición de despegue en la aeronave al alcanzar una velocidad predeterminada.

65 Como tal, puede haber una necesidad de mejorar el sistema y los métodos para ajustar la posición de los dispositivos de borde anterior y/o posterior de una aeronave.

Sumario

5 La presente invención se refiere a un sistema para controlar un dispositivo de alta sustentación de una aeronave según la reivindicación 1 y a un método de operación de un dispositivo de alta sustentación de una aeronave según la reivindicación 10.

10 La presente divulgación describe ejemplos de sistemas y métodos para controlar dispositivos de alta sustentación (por ejemplo, dispositivos de borde anterior y/o posterior) de una aeronave. Un sistema de acuerdo con la presente divulgación puede incluir una interfaz para su colocación en una cubierta de vuelo de una aeronave. La interfaz puede incluir un dispositivo de control de borde para el control de una posición del dispositivo de alta sustentación. La interfaz puede ser operable para seleccionar una cualquiera de una pluralidad de posiciones del dispositivo de control. Cada una de la pluralidad de posiciones del dispositivo de control puede corresponder a una fase de vuelo diferente de la aeronave. El dispositivo de control de borde puede ser operable para conectar, en respuesta a una selección de una primera posición del dispositivo de control, un modo de comando para el accionamiento del dispositivo de alta sustentación de una manera automática en función de la fase de vuelo asociada con la posición del primer dispositivo de control.

20 También se divulga una aeronave que tiene un ala que incluye un dispositivo de borde anterior y/o un dispositivo de borde posterior. La aeronave puede incluir un sistema de control de borde que incluye un dispositivo de control de bordes posicionable en una de una pluralidad de posiciones del dispositivo de control. Cada una de las posiciones del dispositivo de control puede corresponder a una fase de vuelo de la aeronave. El sistema de control de borde puede estar configurado para comandar un sistema de accionamiento de dispositivo para accionar el dispositivo de borde anterior y/o el dispositivo de borde posterior de una manera automática en función de la posición del dispositivo de control y la fase de vuelo correspondiente.

25 También se describe un método de operación de un dispositivo de alta sustentación de un ala de aeronave. El método puede incluir la colocación de un dispositivo de control de borde de una aeronave en una primera posición del dispositivo de control desde una pluralidad de posiciones del dispositivo de control. Cada una de la pluralidad de posiciones del dispositivo de control puede estar asociada con una fase de vuelo de la aeronave. El método puede incluir además conectar un modo de comando en respuesta a la colocación del dispositivo de control de borde en la primera posición del dispositivo de control. El método puede incluir además el cálculo de un ajuste del dispositivo de alta sustentación, y accionar automáticamente el dispositivo de alta sustentación a la configuración del dispositivo de alta sustentación, mientras el modo de comando está conectado.

35 Las características, funciones y ventajas que se han descrito se pueden conseguir independientemente, o se pueden combinar, en las que más detalles se pueden ver con referencia a la siguiente descripción y a los dibujos a continuación.

Breve descripción de los dibujos

40 Estas y otras características de la presente divulgación se harán más evidentes con referencia a los dibujos, en los que números similares se refieren a partes similares, y en los que:

- 45 La figura 1 es una vista superior de una aeronave;
- La figura 2 es una vista esquemática de una realización de un sistema de control de borde que tiene un dispositivo de control de borde (por ejemplo, una palanca de control de aleta) en una posición de crucero (por ejemplo, UP) para controlar uno más dispositivos anterior y/o dispositivos de borde posterior en un el modo de inclinación variable;
- 50 La figura 3 es una vista en sección de un ala que ilustra la desviación hacia arriba y hacia abajo de un listón de borde anterior y una aleta de borde posterior en el modo de inclinación variable cuando el dispositivo de control de borde está en la posición de crucero;
- La figura 4 es una vista en planta esquemática de un borde anterior de un ala y que ilustra esquemáticamente un listón interior y un listón exterior en una posición retraída;
- 55 La figura 5 es una vista en planta esquemática del borde anterior del ala de la figura 4, que ilustra el listón interior y el listón exterior accionados al unísono;
- La figura 6 es una vista en planta esquemática del borde anterior del ala de la figura 4, que ilustra el listón interior accionado independientemente del listón exterior;
- La figura 7 es una vista en planta esquemática del borde anterior del ala de la figura 4, que ilustra el listón exterior accionado independientemente del listón interior;
- 60 La figura 8 muestra varios gráficos que ilustran el accionamiento de los dispositivos de borde anterior y los dispositivos de borde posterior en un modo de inclinación variable cuando el dispositivo de control de borde está en la posición de crucero;
- La figura 9 es una vista esquemática de una realización del sistema de control de borde con el dispositivo de control de borde en una posición de espera para el accionamiento de un dispositivo de borde anterior a una posición sellada;
- 65

La figura 10 es una vista en sección de un ala que ilustra el posicionamiento de un listón de borde anterior en la posición sellada cuando el dispositivo de control de borde está en la posición de espera;

La figura 11 es una vista esquemática de una realización del sistema de control borde con el dispositivo de control de borde en una posición de ascenso/aproximación para extender y retraer automáticamente uno o más dispositivos de borde posterior de acuerdo con una secuencia de extensión respectiva y secuencia de retracción;

La figura 12 es una vista en sección de un ala que ilustra la colocación de un listón de borde anterior en la posición de sellado y la extensión automática de la aleta de borde posterior de acuerdo con una secuencia de extensión cuando el dispositivo de control de borde está en la posición de ascenso/aproximación;

La figura 13 muestra varios gráficos que ilustran la extensión automática de los listones y los alerones como una función del número de Mach y la altitud cuando el dispositivo de control de borde está en la posición de ascenso/aproximación;

La figura 14 es una vista esquemática de una realización del sistema de control borde con el dispositivo de control de borde en una posición de despegue/retorno para la colocación de uno o más dispositivos de borde posterior en un ajuste de aleta optimizado para una aeronave en el despegue;

La figura 15 es una vista en sección de un ala que ilustra la colocación de una aleta de borde posterior en el ajuste de alerón optimizado cuando el dispositivo de control de borde está en la posición de despegue/retorno y la aeronave en el despegue;

La figura 16 es una vista esquemática de una realización del sistema de control borde con el dispositivo de control de borde en la posición de aterrizaje para extender uno o más de dispositivos de borde posterior de acuerdo con una secuencia de extensión durante el aterrizaje y para determinar una condición de separación automática para uno o más dispositivos de borde anterior;

La figura 17 es una vista en sección de un ala que ilustra la extensión de un listón de borde anterior desde una posición de sellado a una posición separada y la extensión de una aleta de borde posterior de acuerdo con un programa de extensión cuando el dispositivo de control de bordes está en la posición de aterrizaje;

La figura 18 es una vista esquemática de una realización del sistema de control borde cuando el dispositivo de control de borde se mueve desde la posición de aterrizaje a la posición de despegue/retorno para la colocación de uno o más dispositivos de borde posterior en un ajuste de aleta optimizado para una aeronave que realiza una operación de giro después de un aterrizaje abortado;

La figura 19 es una vista en sección de un ala que ilustra la colocación de una aleta de borde posterior en el ajuste de alerón optimizado para una operación de giro cuando el dispositivo de control de borde se mueve desde la posición de aterrizaje a la posición de despegue/retorno;

La figura 20 es un diagrama de bloques que ilustra una realización del sistema de control de borde 500;

Las figuras 21A-21B son ilustraciones de un indicador para indicar una posición de un dispositivo de alta sustentación;

La figura 22 es un diagrama de flujo que ilustra una o más operaciones que pueden incluirse en un método de operación de dispositivos de alta sustentación de una aeronave; y

La figura 23 ilustra un perfil de vuelo de una aeronave y el posicionamiento del dispositivo de control de borde (por ejemplo, la palanca de control de la aleta) durante diferentes fases del vuelo.

40 Descripción detallada

Con referencia ahora a los dibujos, donde las representaciones tienen el propósito de ilustrar realizaciones preferidas y diferentes de la divulgación, que se muestra en la figura 1, es una vista superior de una aeronave 100 que tiene un fuselaje 102 y un par de alas 116. Cada ala 116 puede estar unida al fuselaje 102 y se puede extender desde una raíz del ala 130 a una punta del ala 132. La aeronave 100 puede incluir un empenaje que incluye una cola horizontal 108 y un elevador 110, y una cola vertical 112 y un timón 114. La aeronave 100 puede incluir además una o más unidades de propulsión 104, que se pueden montar en las alas 116, en el empenaje, en el fuselaje, o en otra estructura de la aeronave 100.

Como se muestra en la figura 1, la aeronave 100 puede incluir uno o más dispositivos de borde anterior 200 y uno o más dispositivos de borde posterior 300 que puede estar extendidos y/o retraídos para alterar las características de sustentación de las alas 116. Por ejemplo, la aeronave 100 puede incluir dispositivos de borde anterior 200 configurados como listones 202 montados en el borde anterior 124 de las alas 116. Sin embargo, los dispositivos de borde anterior 200 puede proporcionarse en configuraciones alternativas, tales como alerones tipo Krueger u otras configuraciones, y no se limitan a los listones 202. Los dispositivos de borde anterior 200 pueden incluir uno o más dispositivos de borde anterior interiores 200 y uno o más dispositivos de borde exteriores 200, tal como listones interiores 204 y listones exteriores 206, respectivamente.

Las alas 116 pueden incluir también dispositivos de borde posterior 300, situados en el borde posterior 126 de cada ala 116. El dispositivo de borde posterior 300 puede implementarse como alerones 302 u otras configuraciones del dispositivo de borde posterior. Similar a los dispositivos de borde anterior 200, los dispositivos de borde posterior 300 pueden incluir dispositivos interiores 140 y dispositivos exteriores 142. Por ejemplo, los dispositivos interiores 140 pueden incluir uno o más alerones interiores 304 y/o un dispositivo de alerón de control de balanceo interior 302 configurado como un flaperón 118 (por ejemplo, una combinación de aleta y alerón). Los dispositivos exteriores 142 pueden incluir una o más aletas exteriores 306 y/o un dispositivo externo de control de inclinación de aleta 302, tal como un alerón 120. Los dispositivos de borde posterior 300 se pueden proporcionar en otras configuraciones,

incluyendo, pero no limitado a, alerones y otras configuraciones de dispositivos de borde posterior. La aeronave 100 también puede incluir uno o más alerones 122 en cada ala 116, que pueden ser utilizados para la generación de resistencia aerodinámica y/o la reducción de la sustentación del ala.

5 En la figura 2 se muestra una vista esquemática de una realización de un sistema 500 para el control de dispositivos de alta sustentación de la aeronave (por ejemplo, dispositivos de borde anterior 200 y dispositivos de borde posterior 300). El sistema 500 puede indicarse indistintamente aquí como sistema de control de bordes 500 y puede incluir una interfaz de control de bordes 502 para controlar los dispositivos de borde anterior 200 y/o los dispositivos de borde posterior 300 durante las diferentes fases del vuelo. La interfaz de control borde 502 puede colocarse en una cubierta de vuelo 138 de una aeronave 100 y puede incluir un dispositivo de control de bordes 504, tal como una palanca de aletas 506. El dispositivo de control de borde 504 puede ser móvil en una dirección hacia adelante y hacia atrás. Sin embargo, el dispositivo de control de bordes 504 se puede proporcionar en realizaciones alternativas para el control de los dispositivos de borde anterior 200 y/o dispositivos de borde posterior 300, y no se limita a una palanca de aletas 506. Por ejemplo, el dispositivo de control de borde 504 puede implementarse como un conmutador rotativo, una almohadilla táctil, u otros. El dispositivo de control de bordes 504 puede ser operable para seleccionar cualquiera de una pluralidad de posiciones del dispositivo de control 510. Cada una de las posiciones del dispositivo de control 510 puede corresponder a una fase de vuelo 544 diferente de la aeronave 100. Por ejemplo, en el caso de una palanca de aletas, la palanca de aletas 506 puede ser móvil a una pluralidad de posiciones de la palanca de aletas, como se muestra en la figura 2.

20 Cuando se selecciona una posición de dispositivo de control 510, un modo de comando se puede conectar, lo que puede hacer que el sistema de control de bordes 500 comande un sistema de accionamiento del dispositivo 144 (por ejemplo, un sistema de accionamiento de listones 250 y/o un sistema de accionamiento de aletas 350) para accionar al menos uno de los dispositivos de alta sustentación (por ejemplo, dispositivos de borde anterior 200 y/o dispositivos de borde posterior 300) de manera automática, basándose en la posición del dispositivo de control 510 y la fase de vuelo 544 correspondiente asociada con la posición del dispositivo de control 510. El dispositivo de control de bordes 504 puede incluir una o más puertas mecánicas 508 para evitar el movimiento del dispositivo de control de bordes 504 a menos que el dispositivo de control de bordes 504 se eleve, se presione, o se manipule de otra manera para mover el dispositivo de control de bordes 504 más allá de la puerta mecánica 508 como unos medios para evitar la retracción inadvertida de los dispositivos de borde anterior 200 y/o los dispositivos de borde posterior 300.

35 En la figura 2, el dispositivo de control de borde 504 puede incluir una cualquiera o más de las posiciones del dispositivo de control 510. Por ejemplo, las posiciones del dispositivo de control 510 pueden incluir una posición de crucero 520 (por ejemplo, una primera posición del dispositivo de control) designada como ARRIBA, que puede corresponder a una fase de vuelo de crucero, una posición de espera 522 (por ejemplo, una segunda posición del dispositivo de control) designada como ESPERA, que puede corresponder a una fase de espera cuando la aeronave 100 está en un patrón de espera, y una posición de ascenso/aproximación 524 (por ejemplo, una tercera posición del dispositivo de control) designada como CLB/APP que puede corresponder a una fase de ascenso cuando la aeronave 100 está subiendo después del despegue, o que puede corresponder a una fase de aproximación, tal como cuando la aeronave 100 está descendiendo desde una altitud de crucero en la preparación para el aterrizaje. Las posiciones del dispositivo de control 510 pueden incluir además una posición de despegue/retorno 526 (por ejemplo, una cuarta posición del dispositivo de control) designada como TOGA que puede corresponder a una fase de despegue o a una operación de giro iniciada durante un aterrizaje abortado. Las posiciones del dispositivo de control 510 también puede incluir una posición de aterrizaje 528 (por ejemplo, una quinta posición del dispositivo de control) designada como ATERRIZAJE que puede corresponder a una fase de aterrizaje de la aeronave 100. Sin embargo, el dispositivo de control de bordes 504 puede incluir las posiciones del dispositivo de control 510 además de, u otras que no son las posiciones del dispositivo de control 510 que se muestra en la figura 2. Por otra parte, las posiciones del dispositivo de control 510 podrán determinarse en una nomenclatura diferente, y no se limitan a las designaciones ilustradas. En este sentido, las posiciones del dispositivo de control 510 pueden identificarse mediante cualquiera de una variedad de diferentes sistemas de etiquetado, y no se limitan a las designaciones, ARRIBA, ESPERA, CLB/APP, TOGA, y ATERRIZAJE.

55 En la figura 2, cuando el dispositivo de control de bordes 504 está en la posición de crucero 520 (por ejemplo, una primera posición del dispositivo de control), el sistema de control de bordes 500 puede comandar automáticamente el sistema de accionamiento de dispositivo 144 para accionar uno o más dispositivos de alta sustentación (por ejemplo, uno o más dispositivos de borde anterior 200 y/o uno o más dispositivos de borde posterior 300) en un modo de inclinación variable. Por ejemplo, el sistema de control de bordes 500 puede ordenar al sistema de accionamiento de dispositivo 144 accionar uno o más dispositivos de borde anterior 200 y/o uno o más dispositivos de borde posterior 300 en una dirección ascendente 210, 310 y en una dirección hacia abajo 212, 312 con relación a una posición retraída 208, 308 cuando la aeronave 100 está en una fase de crucero de vuelo. El dispositivo de control de borde 504 puede estar activado comunicativamente a un ordenador de control de vuelo 540, que puede estar configurado para calcular una configuración para un dispositivo de alta sustentación en función de datos del estado de la aeronave 542. El sistema de control de bordes 500 puede incluir uno o más sistemas de accionamiento 144 configurados para accionar automáticamente un(os) dispositivo(s) más de alta sustentación a la configuración de alta sustentación si se conecta un modo de comando. En algunos ejemplos, la configuración del dispositivo de

alta sustentación puede ser un ajuste óptimo del dispositivo. Por ejemplo, el ordenador de control de vuelo 540 puede determinar una configuración de listón óptima 220 para los listones de borde anterior 202, y/o una configuración de aleta óptima 320 para las aletas de borde posterior 302 en función de los datos de estado de la aeronave 542. Los datos del estado de la aeronave 542 pueden incluir, sin limitación, peso bruto de la aeronave, el centro de gravedad de la aeronave, número de Mach, velocidad, altitud y otros datos.

Cuando el dispositivo de control de bordes 504 está en la posición de crucero 520, el sistema de control de bordes 500 puede ordenar automáticamente al sistema de accionamiento de listones 250 y/o al sistema de accionamiento de aletas 350 colocar los listones 202 y/o las aletas 302 en la respectiva configuración de listón óptima 220 y la configuración de aleta óptima 320 como se determina mediante el ordenador de control de vuelo 540 basándose en los datos de estado de la aeronave 542. Como se describe a continuación, cuando el dispositivo de control de bordes 504 está en la posición de crucero 520, los dispositivos de borde anterior 200 y/o los dispositivos de borde posterior 300 pueden ser accionados a lo largo de una dirección hacia arriba 210, 310 y/o una dirección hacia abajo 212, 312 dentro de ángulos de desviación relativamente pequeños 216, 316 con relación a una posición retraída 208, 308. Por otra parte, el sistema de control de bordes 500 puede comandar a los sistemas de accionamiento del dispositivo 144 para reposicionar periódicamente los dispositivos de borde anterior 200 (por ejemplo, los listones 202) y/o los dispositivos de borde posterior 300 (por ejemplo, las aletas 302) de acuerdo con una programación de posicionamiento de los listones y una programación de posicionamiento de las aletas cuando el dispositivo de control de bordes 504 está en la posición de crucero 520 y la aeronave 100 está volando por encima de una altura predeterminada y que operan dentro de un intervalo de velocidad predeterminado o intervalo de número de Mach.

Haciendo referencia a la figura 3, se muestra una sección transversal de un ala de avión 116 que tiene un listón 202 montado en el borde anterior 124 de la aleta 116, y una aleta 302 montada en el borde posterior 126 del ala 116. El listón 202 y la aleta 302 se muestran en líneas continuas en una posición retraída 208, 308. Unos alerones 122 se pueden montar en una superficie superior del ala 128 y puede solaparse parcialmente con el borde delantero de las aletas 302. Los alerones 122 pueden desplegarse para generar resistencia aerodinámica y/o reducir la sustentación aerodinámica de las alas 116. Cuando el dispositivo de control de bordes 504 está en la posición de crucero 520, el listón 202 y la aleta 302 pueden accionarse en un modo de inclinación variable en una dirección hacia arriba 210, 310 y en una dirección hacia abajo 212, 312 como se muestra en líneas de trazos en la figura 3.

En la figura 3, los dispositivos de borde anterior 200, tales como los listones 202 pueden accionarse mediante un sistema de accionamiento de los listones 250. Los listones 202 se pueden acoplar a un tubo de torsión interior 146 y a un tubo de torsión exterior 148 u otra unión mecánica. El tubo de torsión interior 146 en el borde anterior 124 puede estar acoplado a una unidad de accionamiento de potencia (PDU) del borde anterior situado en el centro (no mostrada). Cada listón 202 puede estar soportado por uno o más conjuntos de pista portadora 252 que puede incluir cada uno una pista de guía 254 soportada por uno o más rodillos de guía 256 montados en el ala 116. Cada uno de los tubos de torsión 146, 148 puede incluir un engranaje de piñón 258 para acoplarse a la pista de guía 254. La extensión y la retracción de los listones 202 se puede efectuar mediante la rotación de los tubos de torsión 146, 148 usando el PDU. Cada PDU puede operar en conjunción con una unidad de ajuste de inclinación variable (VCTU). Como se describe a continuación, una VCTU 400 puede estar colocada entre un dispositivo de borde anterior interior 200 y un dispositivo de borde anterior exterior 200 en cada ala 116 para permitir el accionamiento independiente de los listones interiores y exteriores 204, 206.

En la figura 3, el dispositivo de borde posterior 300 se muestra como una aleta simple 302 soportada sobre una bisagra de caída 354. Sin embargo, la aleta 302 se puede proporcionar en cualquiera de una variedad de configuraciones diferentes y no se limita a una simple solapa. Por ejemplo, la aleta 302 puede configurarse como una aleta plana, una sola aleta ranurada, una aleta Fowler de múltiples ranuras, o una cualquiera de una variedad de otras configuraciones de dispositivos de borde posterior 300 que pueden ser accionados por el sistema de accionamiento del dispositivo 144. La aleta 302 puede accionarse mediante un sistema de accionamiento de aleta 350 mediante un conjunto de enlace de borde posterior 352 que puede acoplarse a un tubo de torsión 146, 148. El sistema de accionamiento de aleta 350 puede incluir también un borde posterior situado de manera centrada PDU (no mostrado), que puede operar en conjunción con una VCTU 400 posicionada entre una aleta interior 304 y una aleta exterior 306 en cada ala 116 para permitir el accionamiento independiente de las aletas interior y exterior 304, 306.

En la figura 3, cuando el dispositivo de control de bordes 504 está en la posición de crucero 520, el sistema de control de bordes 500 puede comandar automáticamente el sistema de accionamiento del dispositivo 144 para ajustar la posición de los listones 202 y las aletas 302 en incrementos de desviación relativamente pequeños en una dirección hacia arriba 210, 310 con relación a la posición retraída 208, 308, y/o en incrementos de deformación relativamente pequeños en una dirección hacia abajo 212, 312 con relación a la posición retraída 208, 308. Los incrementos de desviación pueden ser no mayores de aproximadamente un (1) grado del ángulo del listón real o del ángulo de la aleta real. Sin embargo, los listones 202 y las aletas 302 se pueden ajustar en incrementos mayores que un (1) grado del ángulo de aleta o el ángulo del listón. El sistema de accionamiento de los listones 250 puede estar configurado de manera que el movimiento del listón 202 está limitado a dentro de un ángulo de desviación del listón 216 de menos de aproximadamente tres (3) grados en cada una de la dirección hacia arriba 210 y la dirección hacia abajo 212 respecto a la posición retraída 208 del listón 202. Asimismo, el sistema de accionamiento de las

aletas 350 puede estar configurado de manera que el movimiento de la aleta 302 está limitado a dentro de un ángulo de desviación de la aleta 316 de menos de aproximadamente tres (3) grados en cada una de la dirección hacia arriba 310 y la dirección hacia abajo 312 respecto a la posición retraída 308 de la aleta 302. El ángulo de desviación del listón 216 puede definirse como el ángulo entre una línea de cuerda local del ala 134 y una línea de cuerda local del listón 214. La línea de cuerda del listón 214 puede extenderse a través de un punto más delantero en el listón 202 cuando el listón 202 está en la posición retraída 208. Asimismo, para la aleta simple 302 ilustrada en la figura 3, El ángulo de desviación del listón 316 puede definirse como el ángulo entre una línea de cuerda local del ala 134 y una línea de cuerda local del listón 314. La línea de cuerda local del listón 314 puede estar alineada con la línea de cuerda local del ala 134 cuando la aleta 302 está en la posición retraída 308.

Haciendo referencia a la figura 4, que se muestra en una vista en planta esquemática de un borde anterior 124 del ala 116 que ilustra el despliegue diferencial de los dispositivos de borde anterior interior y exterior 200. En una realización, la línea central de la unidad de propulsión 106 puede dividir a los dispositivos interiores de los dispositivos exteriores. Aunque no se muestra, los dispositivos de borde posterior interior y exterior 300 (por ejemplo, las aletas interior y exterior 304, 306 - figura 1) pueden desplegarse de forma diferencial de una manera similar al despliegue diferencial que se describe a continuación de los dispositivos de borde anterior interior y exterior 200. Ventajosamente, cuando el dispositivo de control de bordes 504 está en la posición de crucero 520, el sistema de control de bordes 500 puede comandar automáticamente el sistema de accionamiento del dispositivo 144 para accionar diferencialmente los dispositivos interiores 140 y los dispositivos exteriores 142 en una dirección hacia arriba 210, 310 y en una dirección hacia abajo 212, 312 para modificar el ángulo de caída de ala como un medio para reducir la resistencia aerodinámica y/o para optimizar la distribución de la sustentación aerodinámica a lo largo de una dirección de la envergadura de las alas 116. El despliegue diferencial puede realizarse mediante la operación de un PDU en conjunción con una VCTU 400 colocada entre un dispositivo interior 140 y el dispositivo exterior 142. La VCTU 400 puede incluir un motor eléctrico de VCTU dedicado 402 que puede incluir una caja de cambios de suma de velocidad (no mostrada) que tiene una disposición de engranaje planetario que permite la rotación diferencial del tubo de torsión interior 146 con relación al tubo de torsión exterior 148.

La figura 5 ilustra el accionamiento del listón interior 204 y de los listones exteriores 206 en unísono entre sí. Aunque no se muestra, el PDU situado de manera centrada puede activarse para hacer girar el tubo de torsión interior 146. La VCTU 400 puede transferir la rotación del tubo de torsión interior 146 al tubo de torsión exterior 148, que son accionados al unísono. La figura 6 ilustra el accionamiento del listón interior 204 independiente de los listones exteriores 206. En tal disposición, la VCTU 400 puede estar configurada para impedir la rotación del tubo de torsión exterior 148, al tiempo que permite que el PDU gire el tubo de torsión interior 146. La figura 7 ilustra el accionamiento del listón exterior 206 independiente de los listones interiores 204. En tal disposición, el PDU dispuesto de manera centrada puede estar bloqueado para impedir la rotación del tubo de torsión interior 146, mientras que el motor eléctrico de la VCTU 402 se activa para provocar la rotación del tubo de torsión exterior 148.

Haciendo referencia a la figura 8, se muestran varios gráficos que ilustran un ejemplo no limitativo de accionamiento automático de los listones de borde anterior 202 y las aletas de borde posterior 302 en el modo de inclinación variable cuando el dispositivo de control de bordes 504 (por ejemplo, la palanca de la aleta 506) está en la posición de crucero 520 y la aeronave 100 está en vuelo de crucero. Con el modo de inclinación variable activado y la palanca de la aleta mantenida en la misma posición (por ejemplo, la posición de crucero 520), los listones 202 y las aletas 302 pueden colocarse de nuevo periódicamente en sus respectivas configuraciones del dispositivo óptimo 220, 320 como una función de los datos de estado de la aeronave 542. Los listones 202 y las aletas 302 pueden estar situados dentro de los ángulos de desviación 216, 316 relativamente pequeños mencionados anteriormente para optimizar la inclinación del ala de acuerdo con una programación de desviación predeterminada. Los datos de estado de la aeronave 542 pueden incluir la altitud, el número de Mach, el peso bruto de la aeronave, y el centro de gravedad de la aeronave que se muestran trazados a lo largo del tiempo (por ejemplo, en horas) en la figura 8. Los gráficos muestran los ángulos de desviación de listón 216 de los listones interior y exterior 204, 206 y las aletas 304, 306 y el despliegue diferencial de los mismos. Cuando el dispositivo de control de bordes 504 está en la posición de crucero 520, el sistema de control 500 puede recolocar ventajosamente periódicamente (por ejemplo, cada 5 minutos, 10 minutos, etc.) los listones 202 y las aletas 302 de acuerdo con los ángulos de desviación de superficie programados de peso-CG-altitud-velocidad del aire dentro de los límites del ángulo de desviación del listón 216 y el ángulo de desviación de la aleta 316 descritos anteriormente para la reducción de la fricción y/o la mitigación de la carga de las alas.

Haciendo referencia a la figura 9, se muestra una realización del sistema de control de bordes 500 con el dispositivo de control de bordes 504 en una posición de espera 522 (por ejemplo, una segunda posición del dispositivo de control). El sistema de control de bordes 500 puede ser operable para conectar, en respuesta a la selección de una segunda posición del dispositivo de control, un modo de comando para comandar automáticamente uno o más dispositivos de borde anterior a una posición de sellado 222. En este sentido, el sistema de accionamiento del dispositivo 144 puede posicionar automáticamente uno o más dispositivos de borde anterior 200 en la posición de sellado 222 cuando el dispositivo de control de bordes 504 se mueve a la posición de espera 522 y la aeronave 100 está en una fase de espera. Por ejemplo, cuando la aeronave 100 está descendiendo para el aterrizaje, las instrucciones pueden ser recibidas desde el control de tráfico aéreo para colocar la aeronave 100 en un patrón de espera. El piloto o la tripulación de vuelo pueden mover el sistema de control de bordes 500 desde la posición de

crucero 520 a la posición de espera 522.

Haciendo referencia a la figura 10, se muestra una vista en sección de un ala 116 que ilustra el movimiento de un listón de borde anterior 202 a la posición de sellado 222. Los listones interiores 204 y los listones exteriores 206 pueden moverse desde la configuración del listón óptima 220 (es decir, en el modo de inclinación variable) a la posición de sellado 222 en respuesta al movimiento del dispositivo de control de bordes 504 desde la posición de crucero 520 a la posición de espera 522. La extensión de los listones 202 desde la posición retraída 208 a la posición de sellado 222 puede permitir una reducción en la velocidad del aire de la aeronave 100 para reducir el consumo de combustible y permitir que la aeronave 100 permanezca dentro de un espacio aéreo designado hasta que se reciben más instrucciones de control de tráfico aéreo para iniciar una aproximación a una pista del aeropuerto.

Haciendo referencia a la figura 11, se muestra una realización del sistema de control de bordes 500 con el dispositivo de control de bordes 504 desplazado a una posición de ascenso/aproximación 524. El sistema de control de bordes 500 puede estar configurado para comandar el sistema de accionamiento del dispositivo 144 para extender automáticamente uno o más de los dispositivos de borde posterior 300 de acuerdo con una secuencia de extensión cuando el dispositivo de control de bordes 504 se mueve a la posición de ascenso/aproximación 524 (por ejemplo, desde la posición de crucero 520 o desde la posición de espera 522) y la aeronave 100 está en una fase de aproximación, tal como cuando la aeronave 100 está descendiendo para un aterrizaje. El sistema de control de bordes 500 también puede estar configurado para comandar el sistema de accionamiento del dispositivo 144 para retraer automáticamente uno o más de los dispositivos de borde posterior 300 de acuerdo con una secuencia de retracción cuando el dispositivo de control de bordes 504 se mueve a la posición de ascenso/aproximación 524 y la aeronave 100 está en una fase de elevación como después de despegar desde una pista de aterrizaje o durante una operación de retorno después de un aterrizaje abortado.

Haciendo referencia a la figura 12, se muestra vista en sección de un ala 116 con el listón de borde anterior 202 movido desde la posición retraída 208 a la posición de sellado 222 cuando el dispositivo de control de bordes 504 se mueve desde la posición de crucero 520 a la posición de ascenso/aproximación 524. Si el listón de borde anterior 202 ya está en la posición retraída 208 como resultado de que el dispositivo de control de bordes 504 está en la posición de espera 522, entonces el listón 202 se puede mantener en la posición retraída 208 cuando el dispositivo de control de bordes 504 se mueve desde la posición de espera 522 a la posición de ascenso/aproximación 524. Además, se muestra en la figura 12 la extensión automática de las aletas de borde posterior 302 desde la posición retraída a las configuraciones de la aleta progresivamente más profunda 302 de acuerdo con una secuencia de extensión de la aleta.

La extensión automática de las aletas 302 puede reducir ventajosamente el número de tareas que corresponden a la tripulación de vuelo. Además, el ordenador de control de vuelo 540 (figura 11) puede posicionar las aletas 302 en la configuración de aleta óptima 320 basado en los datos del estado de la aeronave 542 monitorizados continuamente, tal como el ángulo de ataque la aeronave, el peso bruto de la aeronave, la aceleración, la velocidad del aire, la altitud y otros parámetros de la aeronave. El ordenador de control de vuelo 540 puede programarse con datos tales como las velocidades de placas de las aletas para evitar exceder las limitaciones de velocidad aerodinámica de las alas. Cuando la aeronave 100 está subiendo, tal como después de la salida de una pista del aeropuerto, el sistema de control de bordes 500 puede ordenar al sistema de accionamiento de aleta 350 retraer periódicamente las aletas 302 de acuerdo con una secuencia de configuración de aleta óptima 320 calculada por el ordenador de control de vuelo 540 basado en los datos de estado de la aeronave 542. Cuando la aeronave 100 está descendiendo, el sistema de control de bordes 500 puede ordenar al sistema de accionamiento de aleta 350 extender periódicamente las aletas 302 de acuerdo con una secuencia de configuración de aleta óptima 320 calculada por el ordenador de control de vuelo 540 basado en los datos de estado de la aeronave 542.

Haciendo referencia a la figura 13, se muestran varios gráficos que ilustran la extensión automática de los listones 202 y las aletas 302 como una función de los datos de estado de la aeronave 542 cuando el dispositivo de control de bordes 504 se mueve a la posición de ascenso/aproximación 524 y la aeronave 100 está descendiendo durante una fase de aproximación. Los datos de estado 542 de la aeronave pueden incluir la altitud y el número de Mach, que se muestra representado a lo largo del tiempo en la figura 13. También se muestra la extensión automática de los listones 202 desde una posición retraída 208 a una posición de sellado 222 aproximadamente en la marca de 78 minutos en los gráficos, y la secuencia de la extensión de las aletas 302 poco después de la marca de 78 minutos. Desde la marca de 75 minutos hasta la marca de 78 minutos, los gráficos muestran los listones interiores 204 y las aletas 302 en líneas de trazos y los listones exteriores 206 y las aletas 302 en líneas continuas para ilustrar el despliegue diferencial de los listones 202 y las aletas 302 de acuerdo a la secuencia de extensión automática durante el descenso de la aeronave 100.

Haciendo referencia a la figura 14, se muestra una realización del sistema de control de bordes 500 con el dispositivo de control de bordes 504 desplazado a una posición de despegue/retorno 526. El sistema de control de bordes 500 puede estar configurado para comandar el sistema de accionamiento del dispositivo 144 para posicionar uno o más de los dispositivos de borde posterior 300 con una configuración de solapa óptima 320 cuando el dispositivo de control de bordes 504 se mueve a la posición de despegue/retorno 526 y la aeronave 100 está en una

fase de despegue. El sistema de control de bordes 500 puede incluir un ordenador de control de vuelo 540 para el cálculo de la configuración de aleta óptima 320 basándose en los datos de estado de la aeronave 542 y/o de información del aeropuerto 548. Los datos de estado de la aeronave 542 y/o la información del aeropuerto 548 pueden cargarse previamente en el ordenador de control de vuelo 540 y/o introducirse en el ordenador de control de vuelo 540 por parte de la tripulación de vuelo, o un despachador de la aerolínea u otro personal. El ordenador de control de vuelo 540 puede calcular la configuración de aleta óptima 320 antes del despegue y/o en cualquier momento durante un vuelo.

En la figura 14, los datos de estado de la aeronave 542 pueden incluir el peso bruto de la aeronave, el centro de gravedad de la aeronave, el empuje de despegue de las unidades de propulsión, y otros datos de estado de la aeronave 542 que representan el estado de la aeronave 100. La información del aeropuerto 548 puede incluir parámetros del aeropuerto 550 y/o datos atmosféricos del aeropuerto 552. Los parámetros del aeropuerto 550 pueden incluir datos generalmente estáticos o que no cambian con respecto a un aeropuerto. Por ejemplo, los parámetros del aeropuerto 550 pueden incluir la longitud de las pistas, información local del terreno, definición de obstáculos tales como la altura de los obstáculos y la ubicación con respecto a la pista de aterrizaje, elevación del aeropuerto, y otros parámetros. Los datos atmosféricos del aeropuerto 552 pueden incluir datos representativos de las condiciones meteorológicas en el aeropuerto y pueden incluir la presión barométrica, la temperatura de aire exterior, la velocidad del viento, la dirección del viento, la información de ráfagas de viento, y otros datos atmosféricos 552.

En la figura 14, el sistema de control de bordes 500 puede incluir una ventana de visualización 514 para visualizar el valor (por ejemplo, un valor numérico) de la configuración de aleta óptima 320 como una indicación visual a la tripulación de vuelo. La ventana de visualización 514 puede estar situada por debajo de la palanca de control de la aleta 302 o en cualquier otra ubicación que sea visible por parte de la tripulación de vuelo, tal como en una pantalla principal (no mostrada) de la instrumentación de control de vuelo (no mostrada). La configuración de aleta óptima 320 que se muestra en la ventana de visualización 514 puede cambiar con cambios en tiempo real en los datos de estado de la aeronave 542 y/o cambios en tiempo real en la información del aeropuerto 548. La ventana de visualización 514 también puede mostrar una configuración de aleta deseada 322 que puede seleccionarse por parte de la tripulación de vuelo como se describe a continuación.

En la figura 14, el sistema de control de bordes 500 puede incluir un conmutador de posición de borde posterior variable 512 que puede funcionar como un segundo dispositivo de control de borde o dispositivo de entrada adicional para los dispositivos de alta sustentación. En este sentido, el segundo dispositivo de control de bordes (por ejemplo, el conmutador de posición de borde posterior variable 512) puede permitir la selección por parte de la tripulación de vuelo de una configuración deseada para los dispositivos de alta sustentación diferentes de la configuración del dispositivo de alta sustentación calculada sin que requiera el movimiento del primer dispositivo de control de bordes (por ejemplo, una palanca de aleta 506) a partir de la primera posición del dispositivo de control (por ejemplo, desde una posición de crucero 520). En algunos ejemplos, la configuración deseada puede ser una configuración de aleta 322 deseada basada en la configuración de aleta óptima 320 calculada por el ordenador de control de vuelo 540. El conmutador de posición de borde posterior variable 512 puede ser operativo cuando el dispositivo de control de borde 504 está en la posición de despegue/retorno 526. Sin embargo, el conmutador de posición de borde posterior variable 512 puede ser operativo cuando el dispositivo de control de borde 504 está en las posiciones del dispositivo de control 510 diferentes de la posición de despegue/retorno 526. Ventajosamente, el conmutador de posición de borde posterior variable 512 puede proporcionar a la tripulación de vuelo con los medios para ajustar o afinar la configuración de aleta óptima 320 a la configuración de aleta deseada 322 que puede ser diferente de la configuración de aleta óptima 320. Por ejemplo, el movimiento del dispositivo de control de bordes 504 en la posición de despegue/retorno 526 puede hacer que las aletas 302 sean comandadas automáticamente a un ángulo de deflexión de aleta óptimo 316 de veinte (20) grados, calculado por el ordenador de control de vuelo 540. La tripulación de vuelo puede girar manualmente el conmutador de posición de borde posterior variable 512 para cambiar la configuración desde un ángulo de deflexión de aleta óptimo 316 de veinte (20) grados a un ángulo de deflexión de aleta deseado 316 de dieciocho (18) grados.

Aunque se muestra como un dial giratorio que tiene una ventana de visualización digital 514, el conmutador de posición de borde posterior variable 512 se puede configurar como un dial analógico que tiene valores de configuración de aleta dispuestos en un patrón circular alrededor del conmutador de posición de borde posterior variable 512. Alternativamente, el conmutador de posición de borde posterior variable 512 puede estar configurado como un dispositivo de botón pulsador, tal como una corredera mecánica, o en otras configuraciones. El conmutador de posición de borde posterior variable 512 puede configurarse para posicionar las aletas 302 u otros dispositivos de borde posterior 300 dentro de un intervalo de configuración de aleta predeterminado. Por ejemplo, cuando el dispositivo de control de bordes 504 está en la posición de despegue/retorno 526, el conmutador de posición de borde posterior variable 512 puede estar limitado a la selección de un ángulo de desviación de aleta 316 de entre aproximadamente 5 a 20 grados, o algún otro intervalo de configuración de aleta 302.

En la figura 14, el conmutador de la posición del borde posterior variable 512 puede incluir una pluralidad de posiciones del conmutador. La diferencia entre dos posiciones de conmutación adyacentes puede corresponder a un incremento de la deflexión de la aleta para ajustar la posición de las aletas 302 como se indicó anteriormente. Por

ejemplo, el movimiento del conmutador de posición de borde posterior variable 512 desde 17 (no mostrado) a 18 (figura 14) puede mover las aletas 302 por un incremento de la desviación de aleta de aproximadamente un (1) grado de ángulo de aleta real. Sin embargo, al mover el conmutador de posición de borde posterior variable 512 entre dos posiciones de conmutación adyacentes pueden moverse las aletas 302 en incrementos de deformación de la aleta menor o mayor que aproximadamente un (1) grado de ángulo de aleta real.

En una realización, el conmutador de posición de borde posterior variable 512 puede estar configurado para ser no móvil, a menos que se comanda por una acción positiva por parte de la tripulación de vuelo. Por ejemplo, el conmutador de posición de borde posterior variable 512 puede requerir oprimir el conmutador de posición de borde posterior variable 512, o estirar hacia arriba el conmutador de posición de borde posterior variable 512 antes de que el conmutador pueda ser movido o girado. El conmutador de posición de borde posterior variable 512 también se puede configurar como un conmutador de muesca que tiene contactos discretos y/o topes mecánicos para impedir el accionamiento accidental del conmutador de posición de borde posterior variable 512. Además, el conmutador de posición de borde posterior variable 512 puede estar configurado de tal manera que la extensión de la aleta y la retracción de la aleta se comanda moviendo el conmutador de posición de borde posterior variable 512 en direcciones mutuamente excluyentes. En una realización adicional, en lugar de seleccionar mecánicamente una configuración de aleta deseada 322 usando el conmutador de posición de borde posterior variable 512, una configuración de aleta deseada 322 se puede seleccionar digitalmente en un programa de software (no mostrado) que puede estar opcionalmente implementado en el ordenador de control de vuelo 540. Esta disposición puede incluir también un medio para permitir que la tripulación de vuelo para anular la configuración de aleta óptima 320 o ajustar la configuración de aleta óptima 320 a una configuración de aleta deseada 322 que puede ser diferente que la configuración de aleta óptima 320

Haciendo referencia a la figura 15, se muestra una vista en sección de un ala 116 que ilustra la colocación del dispositivo de borde anterior 200 en la posición de sellado 222 en el borde delantero del ala 124 cuando el dispositivo de control de borde 504 está en la posición de despegue/retorno 526. La solapa de borde posterior 302 puede ser comandada automáticamente a un ajuste de aleta 320 óptimo (que se muestra en líneas continuas) cuando el dispositivo de control de bordes 504 se encuentra en la posición de despegue/retorno 526. Se muestra en líneas de trazos la aleta 302 movida a una configuración de aleta deseada 322, que puede ser diferente de la configuración de aleta óptima 320 calculada por el ordenador de control de vuelo 540. El conmutador de posición de borde posterior variable 512 puede permitir que la tripulación de vuelo afine la configuración de la solapa en incrementos 318 de desviación relativamente pequeños.

Haciendo referencia a la figura 16, se muestra una realización del sistema de control de bordes 500 con el dispositivo de control de bordes 504 en una posición de aterrizaje 528 (por ejemplo, una segunda posición del dispositivo de control). El dispositivo de control de bordes 504 puede ser operable para conectar un tercer modo de comando para extender automáticamente un dispositivo de borde anterior a una posición separada 224, mientras el tercer modo de comando está conectado y se produce al menos una condición de separación de borde delantero 226. En una realización, cuando el dispositivo de control de bordes 504 se mueve a la posición de aterrizaje 528, si el ordenador de control de vuelo 540 detecta la ocurrencia de una condición de separación de borde delantero 226 de la aeronave 100, el dispositivo de control de bordes 504 puede conectar el tercer modo de comando, haciendo que el sistema de accionamiento del dispositivo 144 extienda automáticamente el dispositivo de borde anterior 200 a la posición separada 224. Por ejemplo, cuando la aeronave 100 está descendiendo en la aproximación, los dispositivos de borde anterior 200, tal como los listones 202, pueden mantenerse inicialmente en una posición de sellado 222 para reducir al mínimo el ruido aerodinámico que de otro modo se generaría con los listones 202 en la posición separada 224. Cuando el dispositivo de control de bordes 504 se mueve a la posición de aterrizaje 528, los listones 202 pueden extenderse automáticamente a la posición separada 224 si el ángulo de ataque real 546 de las alas 116 respecto a la dirección de flujo de aire 136 es superior a un ángulo de ataque umbral que puede programado previamente en el ordenador de control de vuelo 540.

En la figura 16, cuando el dispositivo de control de bordes 504 está en la posición de aterrizaje 528, el ordenador de control de vuelo 540 puede inhibir el movimiento de los listones de borde anterior 202 desde la posición de sellado 222 a la posición separada 224, siempre y cuando la altitud de radio real de la aeronave 100 es superior a una altura de radio umbral. El ordenador de control de vuelo 540 puede generar un comando de separación cuando el ángulo de ataque real 546 de las alas 116 supera un ángulo de ataque umbral independientemente de la altitud de radio de la aeronave 100. Además, el ordenador de control de vuelo 540 también puede generar un comando de separación cuando la aeronave 100 desciende por debajo de la altitud de radio umbral independientemente del ángulo de ataque 546 de las alas 116. Tras la generación del comando de separación mediante el ordenador de control de vuelo 540, el sistema de control de bordes 500 puede ordenar automáticamente el sistema de accionamiento de los listones 250 para extender los listones 202 desde la posición de sellado 222 a la posición separada 224. El ordenador de control de vuelo 540 también puede generar un comando de retracción para retraer los listones 202 desde la posición separada 224 a la posición de sellado 222 cuando el ángulo de ataque de las alas 116 es menor que el ángulo de umbral de ataque y/o la aeronave 100 asciende por encima del umbral de altitud radial.

En la figura 16, cuando el dispositivo de control de bordes 504 se mueve a la posición de aterrizaje 528, el sistema de control de bordes 500 puede también ordenar automáticamente el sistema de accionamiento de aleta 350 para

extender los dispositivos de borde posterior 300 (por ejemplo, aletas) de acuerdo con una programación de extensión. Por ejemplo, el ordenador de control de vuelo 540 puede recibir continuamente datos del estado de la aeronave 542, tal como la velocidad de avance, la velocidad vertical, los cambios en el empuje del motor, despliegue del alerón (es decir, freno de velocidad), y otros datos del estado de la aeronave 542. El ordenador de control de vuelo 540 puede determinar la configuración óptima de la aleta 320 en función de los datos de estado de la aeronave 542. La configuración de aleta óptima 320 puede ser tal que el ruido aerodinámico y/o el ruido del motor se reduce al mínimo. El sistema de control de bordes 500 puede incluir la capacidad de alivio de carga de las aletas, que permite retraer temporalmente y de forma automática las aletas 302 cuando la velocidad aérea de la aeronave 100 supera la velocidad placa de aleta, y permitir que las aletas 302 se extiendan automáticamente de nuevo a la configuración de aleta óptima 320 cuando la velocidad del aire de la aeronave 100 es menor que la velocidad de placa de aleta.

Haciendo referencia a la figura 17, se muestra una vista en sección de un ala 116 que ilustra el listón 202 extendido desde la posición de sellado 222 a la posición separada 224 en respuesta al ángulo de ataque real 546 del ala superior a un ángulo de ataque umbral. Con los listones de borde anterior 202 extendidos a la posición separada 224, la inclinación del ala se puede aumentar, lo que puede mejorar las características de sustentación del ala 116. Además, cuando los listones de borde anterior 202 están en la posición separada 224, se puede formar una separación 226 entre los listones 202 y el borde anterior del ala 124, permitiendo que el aire fluya a través de la separación 226, que puede retrasar la separación del flujo sobre la superficie superior del ala 128 en altos ángulos de ataque, y con ello retrasar el inicio de la parada para mejorar el rendimiento de la pérdida. La figura 13 ilustra el movimiento automatizado de los listones 202 (justo antes de la marca de 80 minutos) desde la posición de sellado 222 a la posición separada 224 en respuesta a la aeronave 100 que desciende por debajo de una altura de radio umbral.

En la figura 17, en una realización adicional, el sistema de control de bordes 500 puede ordenar automáticamente que el sistema de accionamiento de los listones 250 extienda los listones exteriores 206 a la posición separada 224, manteniendo inicialmente los listones interiores 204 en la posición de sellado 222. Los listones interiores 204 se pueden mover a la posición separada 224, después de que los listones exteriores 206 lleguen a la posición separada 224. Al mover inicialmente los listones exteriores 206 a la posición separada 224 antes de los listones interiores 204, las características de pérdida de la aeronave 100 se pueden mejorar debido a la tendencia de la porción interior de inclinación reducida del ala 116 para detenerse antes de que la porción exterior de inclinación aumentada y haciendo que la nariz de la aeronave 100 baje, lo que puede ayudar en la recuperación de la pérdida. La figura 17 también ilustra la extensión automática de los dispositivos de borde anterior 200 (por ejemplo, aletas) a configuraciones de aletas progresivamente más profundas hasta que las aletas 302 estén en la configuración final de las aletas de aterrizaje. Como se indicó anteriormente, el ordenador de control de vuelo 540 puede determinar una configuración de aleta óptima 320 en cada etapa en la secuencia de extensión para minimizar el ruido durante el despliegue de las aletas 302. Además, la extensión automática de las aletas 302 puede reducir ventajosamente el número de tareas que corresponden a la tripulación de vuelo durante la aproximación.

Haciendo referencia a la figura 18, se muestra una realización del sistema de control de bordes 500 que ilustra su funcionalidad cuando el dispositivo de control de bordes 504 se mueve manualmente desde la posición de aterrizaje 528 a la posición de despegue/retorno 526, como puede ocurrir durante el inicio de una operación de retorno en el caso de un aterrizaje abortado. El ordenador de control de vuelo 540 puede incluir la lógica de retorno para el cálculo de una configuración de aleta óptima 320 para la operación de retorno cuando el dispositivo de control de bordes 504 está en la posición de aterrizaje 528. El ordenador de control de vuelo 540 puede calcular continuamente la configuración de aleta óptima 320 en función de los datos de estado de la aeronave 542 y/o la información del aeropuerto 548.

En la figura 18, los datos de estado de la aeronave 542 puede incluir el peso de la aeronave en bruto, el centro de gravedad de la aeronave, la configuración de retención de la aleta, la indicación de la aeronave en el aire, y la capacidad de alivio de la carga de las aletas. Además, los datos del estado de la aeronave 542 pueden incluir el incremento del ángulo de desviación que puede estar disponible para el posicionamiento de las aletas 302, la capacidad máxima de empuje de retorno de las unidades de propulsión 104, y otros datos del estado de la aeronave 542. La indicación de la aeronave en el aire puede proporcionar una indicación al ordenador de control de vuelo 540 con respecto a si la aeronave 100 está en el aire o en el suelo. La información sobre el aeropuerto 548 puede incluir la temperatura exterior del aire, la presión barométrica, y otra información que pueda afectar a la determinación de la configuración óptima de la aleta 320. La configuración de aleta óptima 320 puede mostrarse en la ventana de visualización 514 cada vez que el dispositivo de control de bordes 504 se encuentra en la posición de las aletas de aterrizaje 302 y/o la posición de despegue/retorno 526.

En la figura 18, el piloto puede iniciar una operación de retorno seleccionando un conmutador TOGA (no mostrado) en las palancas de empuje (no mostradas) haciendo que las palancas de empuje avancen automáticamente a una configuración de empuje de retorno (por ejemplo, una configuración de empuje máximo). El piloto puede retraer el tren de aterrizaje y mover manualmente el dispositivo de control de bordes 504 (por ejemplo, la palanca de aleta 506) desde la posición de aterrizaje 528 a una posición de despegue/retorno 526, haciendo que los dispositivos de borde posterior 300 (por ejemplo, aletas) se muevan automáticamente a la configuración de aleta óptima 320, como

se determina mediante el ordenador de control de vuelo 540. La aeronave 100 puede subir hasta una altura predeterminada (por ejemplo, 1.500 pies) y acelerar a una velocidad de maniobra de aletas en su posición elevada, después de lo cual la aeronave 100 puede realizar otro enfoque. Además, cuando el dispositivo de control de bordes 504 se mueve manualmente desde la posición de aterrizaje 528 a la posición de despegue/retorno 526, los dispositivos de borde anterior 200 (por ejemplo, los listones 202) se pueden retraer de forma automática desde una posición separada 224 a una posición de sellado 222 para reducir la resistencia aerodinámica y mejorar el rendimiento de ascenso de la aeronave 100 durante la operación de retorno.

En la figura 18, el conmutador de posición de borde posterior variable 512 puede permitir que la tripulación de vuelo ajuste manualmente la posición de las aletas 302 desde la configuración de aleta óptima calculada 320 a una configuración de aleta deseada 322 que es diferente a la configuración de aleta óptima 320. Alternativamente, el ordenador de control de vuelo se puede configurar para ajustar automáticamente la posición de las aletas 302 a la configuración de aleta deseada 322. Ventajosamente, el conmutador de posición de borde posterior variable 512 puede permitir que la tripulación de vuelo ajuste con precisión la posición de las aletas 302 antes del inicio de la operación de retorno. Por ejemplo, el piloto puede cambiar el ajuste de la configuración de aleta óptima 320 a la configuración de aleta deseada 322 en consideración de los obstáculos o del terreno que pueden estar ubicados en el área donde se realizará la operación de retorno. El conmutador de posición de borde posterior variable 512 también puede permitir que la tripulación de vuelo ajuste manualmente la configuración de la aleta cuando avanza la operación de retorno.

Haciendo referencia a la figura 19, se muestra una vista en sección de un ala 116 que ilustra el listón del borde anterior 202 movido automáticamente desde la posición separada 224 a la posición de sellado 222 en respuesta a la tripulación de vuelo que mueve manualmente el dispositivo de control de bordes 504 desde la posición de aterrizaje 528 a la posición de despegue/retorno 526. También se muestra la retracción automática de la aleta del borde posterior 302 desde la configuración de las aletas de aterrizaje 302 a su configuración de aleta óptima 320 cuando el dispositivo de control de bordes 504 se mueve desde la posición de aterrizaje 528 a la posición de despegue/retorno 526. La configuración de aleta óptima 320 puede ser diferente de una configuración de aleta estándar asociada con un despegue estándar o retención de aleta de retorno. Por ejemplo, la configuración de aleta óptima 320 puede corresponder a un ángulo de desviación de aleta 316 de dieciocho (18) grados, en lugar de un ángulo de desviación de aleta estándar 316 de veinte (20) grados. La configuración de aleta óptima 320 puede optimizar ventajosamente el rendimiento de ascenso de la aeronave 100, lo que permite una configuración de aleta menos profunda, que resulta en la reducción de la resistencia aerodinámica en relación a la cantidad de resistencia aerodinámica generada por las aletas 302 en un ángulo de desviación de aleta estándar 316 para una operación de retorno. En la figura 19, que también se muestra en líneas de puntos hay configuraciones de aleta 322 deseadas opcionales que corresponden a incrementos de desviación de las aletas para el posicionamiento de las aletas 302 usando el conmutador de posición de borde posterior variable 512. Mediante el ajuste (por ejemplo, rotación) del conmutador de posición de borde posterior variable 512, la tripulación de vuelo puede seleccionar manualmente una configuración de aleta deseada 322, que puede ser diferente de la configuración de aleta óptima 320 calculada por el ordenador de control de vuelo 540.

La figura 20 muestra un diagrama de bloques de un sistema 500 para controlar un dispositivo de alta sustentación de una aeronave (por ejemplo, los dispositivos de borde anterior 200 y los dispositivos de borde posterior 300) de acuerdo con algunos ejemplos de la presente divulgación. Como se describe aquí, el sistema 500 puede incluir una interfaz 150, que puede estar situada en la cubierta de vuelo 138 de la aeronave 100. La interfaz 150 puede configurarse para recibir la entrada de la tripulación de vuelo y/o proporcionar información a la tripulación de vuelo. La interfaz 150 puede implementarse como un interfaz de control de borde 502, por ejemplo, como se describe anteriormente con referencia a las figuras 2, 9, 11, 14, 16 y 18. La interfaz 150 puede incluir un dispositivo de control de bordes 504 que puede operar para controlar una posición del dispositivo de alta sustentación con la misma. El dispositivo de control de bordes 504 puede ser operable para seleccionar cualquiera de una pluralidad de posiciones del dispositivo de control 510, cada una de las cuales está asociada con una fase de vuelo diferente 544 de la aeronave. El dispositivo de control de bordes 504 puede ser operable para conectar, en respuesta a una selección de una de una pluralidad de posiciones del dispositivo de control 510, un modo de comando automático para el accionamiento del dispositivo de alta sustentación de una manera automática en función de la fase de vuelo asociada con la posición seleccionada del dispositivo de control.

El sistema 500 puede incluir además un ordenador de control de vuelo 540 que puede ser operable en una pluralidad de modos de comando 560 (por ejemplo, 560-(1), 560-(2), 560-(3), etc.). Cada uno de los modos de comando 560 puede estar asociado con una determinada fase de vuelo 540 (por ejemplo, 544-(1), 544-(2), 544-(3), etc.). El dispositivo de control de bordes 504 puede ser operable para conectar un determinado modo de comando 560 que responde a la selección de una posición del dispositivo de control 510 asociada con la fase de vuelo correspondiente. El ordenador de control de vuelo 540 se puede configurar para recibir datos de estado de la aeronave 542 y puede configurarse además para calcular una configuración del dispositivo de alta sustentación para el dispositivo de alta sustentación (por ejemplo, una configuración de aleta óptima 320, una configuración de aleta óptima 220) basándose, al menos en parte, en los datos de estado de la aeronave 542. La interfaz 150 y el ordenador de control de vuelo 540 pueden estar acoplados de manera comunicativa entre sí y/o con un sistema de accionamiento 144 que puede estar configurado para accionar uno o más de los dispositivos de alta sustentación de

la aeronave. El sistema de accionamiento 144 puede estar configurado para accionar automáticamente el dispositivo de alta sustentación a una configuración del dispositivo de alta sustentación calculado si se ha conectado un modo de comando.

5 Por ejemplo, en un primer modo de comando 560-(1), que puede ser un modo de inclinación variable (por ejemplo, figura 2) asociado con una primera posición del dispositivo de control 544-(1), tal como una posición de crucero 520 (por ejemplo, figura 2) del dispositivo de control de bordes 504, el sistema de accionamiento 144 puede estar configurado para accionar el dispositivo de alta sustentación en una dirección ascendente y en una dirección hacia abajo con relación a una posición retraída. En algunos ejemplos, y como se describe anteriormente, el sistema de
10 accionamiento 144 puede estar configurado para accionar el dispositivo de alta sustentación en dirección hacia arriba y/o hacia abajo en pequeños incrementos, por ejemplo, y sin limitación, en incrementos de hasta aproximadamente dos (2) grados. En otros ejemplos, el dispositivo de control de bordes 504 puede ser operable para conectar, en respuesta a la selección de una segunda posición del dispositivo de control 544-(2) (por ejemplo, una posición de espera 522 - figura 9), un segundo modo de comando 560-(2) para comandar automáticamente un
15 dispositivo de borde anterior 200 a una posición de sellado 222 tras la conexión del segundo modo de comando 560-(2).

En aún otros ejemplos, el dispositivo de control de bordes 504 puede ser operable para conectar, en respuesta a una selección de una tercera posición de control del dispositivo o una cuarta posición del dispositivo de control, respectivos tercer o cuarto modos de comando 560 para ordenar automáticamente el dispositivo(s) de alta sustentación según otra lógica de control, como se describe en el presente documento. En algunos ejemplos, la interfaz 150 puede incluir una pluralidad de dispositivos de control de bordes, por ejemplo, un primer dispositivo de control de bordes 504, y un segundo dispositivo de control de bordes, que puede implementarse como un conmutador 512 (figura 18). El segundo dispositivo de control de bordes puede ser operable para anular los
20 comandos a los dispositivos de alta sustentación durante un modo de comando, por ejemplo, para permitir que la tripulación de vuelo seleccione la configuración deseada para el dispositivo de alta sustentación que puede ser diferente de la configuración del dispositivo de alta sustentación calculada sin necesidad de movimiento del primer dispositivo de control de bordes 504 desde la primera posición del dispositivo de control. El sistema 300, después de la selección de una configuración deseada se puede configurar para comandar el dispositivo(s) de alta sustentación
25 a la configuración deseada.
30

La interfaz 150 puede incluir además un indicador 516 configurado para proporcionar información sobre el dispositivo de alta sustentación. El indicador 516 puede configurarse para indicar una posición del dispositivo de alta sustentación. Por ejemplo, el indicador 516 se puede configurar para indicar una configuración del dispositivo de alta sustentación calculada, una configuración seleccionada por la tripulación de vuelo (por ejemplo, la configuración deseada 322), un ángulo de desviación del dispositivo de alta sustentación correspondiente a cualquiera de la configuración calculada o la configuración deseada, o combinaciones de las mismas. El indicador 516 puede estar integrado con o separado del dispositivo de control de bordes 502. Como se describe en el presente documento, el dispositivo de control 504 puede ser móvil a una pluralidad de posiciones del dispositivo de control 510. En este
35 sentido, el dispositivo de control 504 y la posición del dispositivo de control 510 seleccionados pueden funcionar, así como un indicador de la posición de la aleta, que se puede utilizar en lugar de o además de uno o más de otros indicadores de la interfaz 150. En algunos ejemplos, el indicador 516 puede ser una pantalla 514 (véase la figura 18) u otro dispositivo para la comunicación de información sobre el dispositivo de alta sustentación al piloto (por ejemplo, cuando el dispositivo de alta sustentación es comandado automáticamente por el sistema 300). Prácticamente cualquier información acerca de los dispositivos de alta sustentación se puede mostrar en la pantalla 514, por ejemplo, el ángulo de desviación de los listones y/o aletas 216, 316, la configuración óptima de los listones y/o de las aletas, 220, 320, la configuración deseada 322, un estado 554 de los listones (por ejemplo, sellados o separados), o combinaciones de las mismas.
40
45

50 En algunos ejemplos, el indicador 516 puede implementarse como un indicador de tipo de relleno (por ejemplo, un indicador de cinta similar a una cinta de velocidad de aire), por ejemplo, como se muestra en las figuras 21A-21B. La figura 21A muestra un ejemplo de un indicador de tipo de relleno 150 que indica ASCENSO-DESCENSO para indicar que los dispositivos de borde posterior 300 (por ejemplo, las aletas 302) están en una configuración de ascenso o en una configuración de aproximación. El indicador de tipo relleno 150 puede incluir un medidor vertical que representa la desviación máxima de aleta disponible y que puede incluir, además, una barra horizontal que puede ser móvil verticalmente a lo largo del medidor vertical. La posición vertical de la barra horizontal en el medidor vertical puede indicar el ángulo de desviación de aleta real de las aletas o un porcentaje de desviación máxima de las aletas. La figura 21B muestra el indicador de tipo de relleno 150 que indica TOGA 3 para indicar que los dispositivos de borde posterior 300 (por ejemplo, las aletas 302) están en una configuración de despegue o retorno y que muestra además la barra horizontal en una posición verticalmente más inferior que en la figura 21A para indicar una configuración de aleta más profunda que corresponde a la configuración de despegue o retorno. Otros indicadores de tipo de relleno se pueden utilizar. Por ejemplo, el indicador 516 puede implementarse como un indicador de medidor donde el medidor completo corresponde a la extensión completa de las aletas disponibles (por ejemplo, desviación máxima de la aleta) y el ángulo de desviación de aleta real o un porcentaje de desviación
55 máxima de aleta se puede mostrar en una posición correspondiente en el medidor. En otros ejemplos, el indicador 516 puede ser uno de una pluralidad de indicadores de tipo de relleno que incluye al menos un indicador para
60
65

mostrar la información relativa a un dispositivo de borde anterior de la aeronave y al menos un indicador para mostrar la información relativa a un dispositivo de borde posterior de la aeronave. Se puede mostrar prácticamente cualquier información acerca de los dispositivos de alta sustentación.

5 Haciendo referencia a las figuras 22-23, se muestra en la figura 22 un diagrama de flujo que ilustra una o más operaciones que pueden incluirse en un método 600 de operación de dispositivos de alta sustentación como dispositivos de borde anterior 200 y/o dispositivos de borde posterior 300 de una aeronave 100. La figura 23 ilustra un perfil de vuelo de una aeronave 100 y las diferentes posiciones del dispositivo de control 510, que corresponden a diferentes fases de vuelo 544 durante una misión de la aeronave.

10 La etapa 602 del método 600 de la figura 22 puede incluir el posicionamiento del dispositivo de control de bordes 504 en una primera posición del dispositivo de control de una pluralidad de posiciones del dispositivo de control 510. Como se indicó anteriormente, cada una de la pluralidad de posiciones del dispositivo de control 510 puede estar asociada con una fase de vuelo 544 (figura 20) de la aeronave 100. En una realización, el método puede incluir mover el dispositivo de control de borde 504 a una posición de crucero 520 (ARRIBA) cuando la aeronave 100 está en una fase de crucero (figura 23). Por ejemplo, el dispositivo de control de borde 504 puede moverse a la posición de crucero 520 antes o cuando la aeronave 100 alcanza una altitud de crucero.

15 La etapa 604 del método 600 de la figura 22 puede incluir la conexión de un modo de comando en respuesta al posicionamiento del dispositivo de control de bordes 504 en la primera posición del dispositivo de control. La conexión del modo de comando automático puede causar el accionamiento del dispositivo de alta sustentación de una manera automática en función de la fase de vuelo 544 asociada con la posición del dispositivo de control 510 seleccionada. Como se muestra en la figura 20, cada uno de los modos de comando 560 (por ejemplo, 560-(1), 560-(2), 560-(3), etc.) puede estar asociado con una correspondiente fase de vuelo 540 (por ejemplo, 544-(1), 544-(2), 544-(3), etc.).

20 La etapa 606 del método 600 de la figura 22 puede incluir el cálculo de una configuración del dispositivo de alta sustentación para un dispositivo de alta sustentación. En una realización, el ordenador de control de vuelo 540 puede estar configurado para calcular una configuración del dispositivo de alta sustentación basándose, al menos en parte, en los datos de estado 542 de la aeronave. Los datos de estado 542 de la aeronave pueden incluir el peso de la aeronave en bruto, el centro de gravedad de la aeronave, el ángulo de ataque de la aeronave, el número de Mach, la altitud y/u otros parámetros de la aeronave o combinaciones de los mismos. El ordenador de control de vuelo 540 puede programarse previamente con los datos de estado de la aeronave 542 y/o los datos de estado de la aeronave 542 pueden proporcionarse periódica o continuamente al ordenador de control de vuelo 540. El ordenador de control de vuelo 540 puede calcular la configuración del dispositivo de alta sustentación como una configuración de aleta óptima 320 y/o una configuración de listón óptima basada, al menos en parte, en los datos de estado 542 de la aeronave.

25 La etapa 608 del método 600 de la figura 22 puede incluir accionar automáticamente el dispositivo de alta sustentación para la configuración del dispositivo de alta sustentación, mientras que el modo de comando está conectado. Por ejemplo, el método puede incluir accionar automáticamente un dispositivo de borde anterior 200 y/o un dispositivo de borde posterior 300 a una configuración del dispositivo de alta sustentación correspondiente, cuando se conecta el modo de comando. En algunas realizaciones, el sistema 500 puede incluir un primer dispositivo de control de borde (por ejemplo, una palanca de aleta 506 - figura 18) y un segundo dispositivo de control de borde (por ejemplo, un conmutador 512 - figura 18). El método también puede incluir el uso del segundo dispositivo de control de bordes para comandar el dispositivo de alta sustentación a una segunda configuración del dispositivo de alta sustentación diferente de la configuración del dispositivo de alta sustentación calculada mientras el primer dispositivo de control de bordes (por ejemplo, palanca de aleta 506) permanece en la primera posición del dispositivo de control. El método puede incluir el accionamiento del dispositivo de alta sustentación a la segunda configuración del dispositivo de alta sustentación. En este sentido, el segundo dispositivo de control de bordes puede permitir que la tripulación de vuelo afine o ajuste la configuración del dispositivo de alta sustentación calculado a una configuración del dispositivo de alta sustentación diferente.

30 En algunos ejemplos en los que la primera posición del dispositivo de control es una posición de crucero 520 y el dispositivo de alta sustentación incluye un dispositivo de borde anterior 200, un dispositivo de borde posterior 300, o ambos, el método puede incluir accionar de forma automática el dispositivo de borde anterior 200, el dispositivo de borde posterior 300, o ambos, en una dirección ascendente y una dirección hacia abajo con relación a una posición retraída 208, 308 cuando el modo de comando (por ejemplo, un primer modo de comando) está conectado. En este sentido, el método puede incluir el accionamiento de forma automática de uno o más de los dispositivos de borde anterior 200 y/o uno o más de los dispositivos de borde posterior 300 en un modo de inclinación variable cuando el dispositivo de control de bordes 504 está en la posición de crucero 520. Por ejemplo, en el modo de inclinación variable, los listones 202 y/o las aletas 302 pueden ser accionados a la respectiva configuración de listón óptima 220 y a la configuración de aleta óptima 320 en una dirección ascendente 210, 310 y en una dirección descendente 212, 312 con relación a una posición retraída 208, 308 y dentro de los límites del ángulo de desviación del listón 216 antes descrito y el ángulo de desviación de aleta 316, como se muestra en la figura 5. El sistema de control de bordes 500 puede recolocar periódicamente (por ejemplo, cada cinco minutos, etc.) los listones 202 y las aletas 302

a los ángulos de desviación de superficie que pueden optimizarse con respecto al peso de la aeronave en bruto, el centro de gravedad de la aeronave, la altitud, el número de Mach, y/u otros datos de estado de la aeronave 542, como se muestra en la figura 8.

5 El método puede incluir la variación de la curvatura del ala 116 en respuesta al accionamiento de los dispositivos de
borde anterior 200 y los dispositivos de borde posterior 300 a sus ángulos de desviación óptimos en la dirección
ascendente 210, 310 y en la dirección descendente 212, 312 para reducir al mínimo la resistencia aerodinámica. En
algunos ejemplos, los dispositivos interiores 140 y los dispositivos externos 142 pueden ser desplegados
diferencialmente como se muestra en las figuras 6-7 para variar la inclinación del ala 116 a lo largo de una dirección
10 de la envergadura de las alas 116. Los dispositivos de borde anterior 200 y los dispositivos de borde posterior 300
pueden ser accionados de forma automática según los ángulos de desviación programados de superficie de peso-
CG-altitud-velocidad del aire para variar la inclinación del ala lo largo de una dirección a lo largo de la envergadura
y/o a lo largo de una dirección de la envergadura para minimizar la resistencia aerodinámica y/o para optimizar la
distribución de carga de la envergadura del ala para minimizar la flexión en la raíz del ala 130, que puede permitir
15 una reducción en el tamaño de la estructura del ala.

La etapa 610 del método 600 de la figura 22 puede incluir mostrar, en la cubierta de vuelo 138 de la aeronave 100,
la configuración del dispositivo de alta sustentación, un ángulo de desviación correspondiente a la configuración del
dispositivo de alta sustentación, o combinaciones de los mismos. En algunos ejemplos, la aeronave 100 puede
20 incluir un indicador 516 (por ejemplo, véase la figura 20) configurado para indicar la configuración del dispositivo de
alta sustentación calculada, la configuración deseada, un ángulo de desviación del dispositivo de alta sustentación
correspondiente en la configuración del dispositivo de alta sustentación calculada, o combinaciones de las mismas.
El indicador 516 puede mostrar información sobre el dispositivo de alta sustentación a la tripulación de vuelo cuando
el dispositivo de alta sustentación es comandado automáticamente por el sistema 300. Por ejemplo, el indicador 516
25 puede mostrar el ángulo de desviación real de las aletas o un porcentaje de desviación máxima de las aletas como
se muestra en las figuras 21A-21B.

La etapa 612 del método 600 de la figura 22 puede incluir el posicionamiento del dispositivo de control de bordes
504 en una segunda posición del dispositivo de control. Por ejemplo, el método puede incluir mover el dispositivo de
30 control de bordes 504 desde una posición de crucero 520 (por ejemplo, una primera posición del dispositivo de
control) a una posición de espera 522 (por ejemplo, una segunda posición del dispositivo de control). La primera
posición de dispositivo de control puede corresponder a un primer modo de comando como se describe
anteriormente. La etapa 614 del método 600 de la figura 22 puede incluir la conexión de un segundo modo de
comando en respuesta al posicionamiento del dispositivo de control de bordes en la segunda posición del dispositivo
35 de control. El primer modo de comando y el segundo modo de comando pueden cada uno estar asociado con una
fase de vuelo diferente de la aeronave.

La etapa 616 del método 600 de la figura 22 puede incluir solamente el accionamiento un dispositivo de borde
anterior 200 o un dispositivo de borde posterior 300 de una manera automática si se conecta el segundo modo de
40 comando. Por ejemplo, cuando la segunda posición del dispositivo de control es una posición de espera 522, el
método puede incluir el comando del dispositivo de borde anterior 200 desde una posición retraída 208 a una
posición de sellado 222 en respuesta al movimiento del dispositivo de control de bordes 504 a la posición de espera
522. El dispositivo de borde posterior 300 se puede mantener en una posición retraída 308 cuando se conecta el
segundo modo de comando. Por ejemplo, durante el descenso inicial desde una altitud de crucero como se muestra
45 en la figura 23, la tripulación de vuelo puede recibir instrucciones de control del tráfico aéreo para mantener una
altitud especificada en un patrón de espera por encima de un aeropuerto de destino antes de aterrizar. En respuesta
a las instrucciones, la tripulación de vuelo puede mover el dispositivo de control de bordes 504 desde la posición de
crucero 520 a la posición de espera 522. En respuesta al movimiento del dispositivo de control de bordes 504 a la
posición de espera 522, los dispositivos de borde anterior 200 pueden ser accionados automáticamente a una
50 posición de sellado 222, y los dispositivos de borde posterior 300 se pueden mantener en una posición retraída 308.
Por ejemplo, los listones interior y exterior 204, 206 se pueden desplazar de sus respectivas configuraciones de
listón óptimas 220 (por ejemplo, desde el modo de inclinación variable) a la posición de sellado 222, que puede
permitir que la aeronave 100 mantenga la altitud en un ajuste de empuje reducido resultante en la reducción del
consumo de combustible mientras la aeronave 100 está en el circuito de espera.
55

La etapa 618 del método 600 de la figura 22 puede incluir el posicionamiento del dispositivo de control de bordes en
una tercera posición del dispositivo de control para conectar un tercer modo de comando. En algunos ejemplos, el
dispositivo de control de bordes 504 (por ejemplo, una palanca de solapa 506) se puede mover a una posición de
60 ascenso/aproximación 524 (CLB/APP). Por ejemplo, durante el descenso de la aeronave 100 (figura 23), la
tripulación de vuelo puede mover el dispositivo de control de bordes 504 de la posición de espera 522 (ESPERA) a
la posición de ascenso/aproximación 524 (CLB/APP). Como alternativa, la tripulación de vuelo puede mover el
dispositivo de control de bordes 504 desde la posición de crucero 520 (ARRIBA) directamente a la posición de
ascenso/aproximación 524 (CLB/APP) y puede saltar a la posición de espera 522 (ESPERA) para reducir al mínimo
el número de movimientos de la palanca de aleta comandada por la tripulación durante una aproximación.
65

La etapa 620 del método puede incluir el accionamiento de un dispositivo de borde posterior de acuerdo con una secuencia de extensión o una secuencia de retracción en respuesta a la conexión del tercer modo de comando. Por ejemplo, el método puede incluir extender el dispositivo de borde posterior 300 de acuerdo con una secuencia de extensión cuando el tercer modo de comando corresponde a una fase de aproximación o a una fase de aterrizaje de la aeronave 100. El método puede incluir retraer el dispositivo de borde posterior 300 de acuerdo con una secuencia de retracción cuando el tercer modo de comando corresponde a una fase de ascenso. Los dispositivos de borde anterior 200 pueden mantenerse en la posición de sellado 222 cuando el dispositivo de control de bordes 504 se mueve a la posición de ascenso/aproximación 524, que puede reducir la cantidad de ruido a la población (es decir, el ruido percibido en el suelo) generado por la aeronave con respecto a la cantidad de ruido generado cuando los dispositivos de borde anterior 200 están en la posición separada 224. Los dispositivos de borde posterior 300 pueden ser accionados de acuerdo con una secuencia de extensión o una secuencia de retracción cuando el dispositivo de control de bordes 504 se mueve a la posición de ascenso/aproximación 524 (CLB/APP). Por ejemplo, cuando la aeronave 100 está descendiendo durante una fase de aproximación (figura 23), el método puede incluir extender de forma automática los dispositivos de borde posterior 300 de acuerdo con una secuencia de extensión (véase la figura 13). Cuando la aeronave 100 está subiendo tal como después del despegue o durante una operación de retorno, el método puede incluir retraer automáticamente el dispositivo de borde posterior 300 de acuerdo con una secuencia de retracción cuando el dispositivo de control de bordes 504 está en la posición de subida/aproximación 524.

En algunas realizaciones, el método puede incluir mover el dispositivo de control de bordes 504 a la posición de despegue/retorno 526 (TOGA). Por ejemplo, durante el descenso del avión 100, la tripulación de vuelo puede mover el dispositivo de control de bordes 504 desde la posición de ascenso/aproximación 524 (CLB/APP) a la posición de despegue/retorno 526 (TOGA). El método puede incluir el cálculo de una configuración de aleta óptima 320 usando el ordenador de control de vuelo 540 basado en los datos de estado de la aeronave 542 mencionados anteriormente, que se pueden proporcionar de forma continua al ordenador de control de vuelo 540. El dispositivo de borde posterior 300 puede estar colocado en la configuración de aleta óptima 320 en respuesta al movimiento del dispositivo de control de bordes 504 a la posición de despegue/retorno 526. En una realización adicional, el método puede incluir el cambio de la configuración de aleta óptima 320 mediante la selección de una configuración de aleta deseada 322 usando el segundo dispositivo de control de bordes (por ejemplo, un conmutador 512 - figura 18) como se describe anteriormente. Por ejemplo, la configuración de aleta óptima 320 de veinte (20) grados se pueden cambiar a una configuración de aleta deseada 322 de dieciocho (18) grados, girando el conmutador de posición de borde posterior variable 512 hasta que la configuración de aleta deseada 322 aparece en la ventana de visualización 514 (figura 14). La configuración de aleta deseada 322 puede seleccionarse antes o después de mover el dispositivo de control de bordes 504 a la posición de despegue/retorno 526. El movimiento del dispositivo de borde posterior 300 para la configuración de aleta deseada puede requerir que el dispositivo de control de bordes 504 esté en la posición de despegue/retorno 526.

En algunas realizaciones, el método puede incluir mover el dispositivo de control de bordes 504 a la posición de aterrizaje 528 (ATERRIZAJE). Por ejemplo, durante la aproximación final de la aeronave 100, la tripulación de vuelo puede mover el dispositivo de control de bordes 504 desde la posición de despegue/retorno 526 (TOGA) a la posición de aterrizaje 528 (ATERRIZAJE). Como alternativa, la tripulación de vuelo puede mover el dispositivo de control de bordes 504 desde la posición de ascenso/aproximación 524 (CLB/APP) directamente a la posición de aterrizaje 528 y puede omitir la posición de despegue/retorno 526 para minimizar el número movimientos de la palanca de aleta comandada por la tripulación. En alguna realización, cuando el dispositivo de control de bordes 504 se mueve a la posición de aterrizaje 528 (por ejemplo, figura 13), el método puede incluir extender gradualmente los dispositivos de borde posterior 300 a la configuración de las aletas de aterrizaje finales de acuerdo con una programación de extensión. El ordenador de control de vuelo 540 puede recibir continuamente datos del estado de la aeronave 542, tal como la velocidad de avance, la velocidad vertical, los cambios en el empuje del motor, despliegue del alerón (es decir, freno de velocidad), y otros datos del estado de la aeronave 542. El ordenador de control de vuelo 540 puede calcular una configuración de aleta óptima 320 en cada etapa en la secuencia de extensión de la aleta 302 como una función de los datos de estado de la aeronave 542, tal como la velocidad del aire, el peso en bruto de la aeronave, el centro de gravedad de la aeronave, la temperatura del aire exterior, y otros datos. El ordenador de control de vuelo 540 puede calcular la configuración de aleta óptima 320 para minimizar el ruido aerodinámico de las alas 302 y/o minimizar el ruido del motor, debido a la configuración de empuje reducido como consecuencia de la reducción de la resistencia aerodinámica generada por las aletas 302 en la configuración de aleta óptima 320.

La etapa 622 del método 600 de la figura 22 puede incluir mover el dispositivo de control de bordes 504 a una posición del dispositivo de control diferente desde la primera posición del dispositivo de control. En algunos ejemplos, el dispositivo de control de bordes (por ejemplo, la palanca de solapa 506) se puede mover a la posición de aterrizaje 528 (ATERRIZAJE). La etapa 624 del método 600 de la figura 22 puede incluir extender de forma automática un dispositivo de borde anterior 300 desde una primera posición a una segunda posición que está más desplegada que la primera posición en respuesta a la detección de una o más condiciones. Por ejemplo, el dispositivo de borde anterior se puede extender automáticamente si una altitud de radio de la aeronave 100 es menor que una altitud de radio umbral y/o si un ángulo de ataque real 546 de un ala 116 de la aeronave es mayor que un ángulo de ataque umbral. En una realización, los dispositivos de borde anterior 200 se pueden extender

desde la posición de sellado 222 a la posición separada 224 después de la detección de al menos una de dos condiciones de separación automática mencionadas. El ordenador de control de vuelo 540 puede inhibir inicialmente el movimiento de los dispositivos de borde anterior 200 a la posición separada 224 cuando el dispositivo de control de bordes 504 se mueve inicialmente a la posición de aterrizaje 528 (ATERRIZAJE) como un medio para minimizar el ruido a la población cuando la aeronave 100 está en una baja altitud durante la aproximación final.

El método puede incluir la detección de la condición de separación automática y generar un comando de separación usando el ordenador de control de vuelo 540 cuando el ángulo de ataque real 546 de las alas 116 es superior a un ángulo de umbral de ataque haciendo que los dispositivos de borde anterior 200 se muevan automáticamente desde la posición de sellado 222 a la posición separada 224. En la posición separada 224, el aire puede fluir a través de la separada 226 entre el ala 116 y el dispositivo de borde anterior 200, que permite que el flujo de aire permanezca unido a la superficie superior del ala 128 en altos ángulos de ataque que puede retrasar la pérdida. Por debajo de una altitud de radio umbral, el ordenador de control de vuelo 540 también puede detectar una condición de separación automática y generar un comando de separación, haciendo que los dispositivos de borde anterior 200 se extiendan automáticamente a la posición separada 224 para proporcionar una configuración de aterrizaje estable para la aeronave 100.

El método puede incluir, además, mover el dispositivo de control de bordes 504 desde la posición de aterrizaje 528 (ATERRIZAJE) a la posición de despegue/retorno 526 (TOGA), como se muestra en la figura 23. El dispositivo de control de bordes 504 se puede moverse a la posición de despegue/retorno 526 como parte del procedimiento para iniciar una operación de retorno en el caso de que se aborte un aterrizaje. Antes de mover el dispositivo de control de borde 504 desde la posición de aterrizaje 528 a la posición de despegue/retorno 526, el ordenador de control de vuelo 540 puede calcular una configuración de aleta óptima 320 para la operación de retorno basándose en los datos de estado de la aeronave 542 como se indicó anteriormente. El método también puede incluir mover los dispositivos de borde posterior 300 a una configuración de aleta óptima 320 para la operación de retorno en respuesta al movimiento del dispositivo de control de bordes 504 a la posición de despegue/retorno 526. Por ejemplo, antes de la toma de contacto de la aeronave 100, las aletas de borde posterior 302 se pueden retirar de la configuración de aleta de aterrizaje final a la configuración de aleta óptima 320 para reducir la resistencia aerodinámica. La reducción de la resistencia aerodinámica puede mejorar la velocidad de ascenso de la aeronave 100 durante la operación de retorno. La tripulación de vuelo también puede ajustar la configuración de aleta óptima 320 a una configuración de aleta deseada 322 utilizando el conmutador de posición de borde posterior variable 512 cuando progresa la operación de retorno. Alternativamente, el ordenador de control de vuelo 540 se puede configurar para ajustar automáticamente las aletas 302 a la configuración de aleta óptima 320 calculada por el ordenador de control de vuelo 540.

Las modificaciones y mejoras de la presente divulgación pueden ser evidentes para los expertos normales en la técnica. Por lo tanto, la combinación particular de partes descritas e ilustradas en el presente documento está destinada a representar solamente ciertas realizaciones de la presente descripción y no está destinada a servir como limitaciones de realizaciones alternativas o dispositivos dentro del espíritu y del alcance de la divulgación.

Según un aspecto de la presente descripción, se proporciona un sistema para controlar un dispositivo de alta sustentación de una aeronave, que comprende una interfaz para su colocación en una cubierta de vuelo de una aeronave y que incluye un dispositivo de control de bordes para controlar una posición de un dispositivo de alta sustentación de la aeronave y operable para seleccionar cualquiera de una pluralidad de posiciones del dispositivo de control, cada una de la pluralidad de posiciones del dispositivo de control que corresponde a una fase de vuelo diferente de la aeronave; y el dispositivo de control de bordes operable para conectar, en respuesta a una selección de una primera posición del dispositivo de control, un modo de comando para el accionamiento del dispositivo de alta sustentación de una manera automática en función de la fase de vuelo asociada con la primera posición del dispositivo de control.

El sistema divulgado donde el dispositivo de control de bordes se puede colocar en al menos una de las siguientes posiciones del dispositivo de control: una posición de crucero, una posición de espera, una posición de ascenso/aproximación, una posición de despegue/retorno, una posición de aterrizaje, siendo una primera posición del dispositivo de comando la posición de crucero.

El sistema divulgado también comprende un ordenador de control de vuelo acoplado en comunicación con la interfaz y configurado para calcular una configuración del dispositivo de alta sustentación para dispositivo de alta sustentación; y un sistema de accionamiento configurado para accionar automáticamente el dispositivo de alta sustentación a la configuración del dispositivo de alta sustentación, si se conecta el modo de comando.

El sistema divulgado comprende además un sistema de accionamiento del dispositivo operativamente acoplado al dispositivo de alta sustentación y configurado para accionar el dispositivo de alta sustentación en una dirección ascendente y una dirección descendente con relación a una posición retraída.

El sistema divulgado donde el dispositivo de control de bordes es operable para conectar, en respuesta a una selección de una segunda posición del dispositivo de control, un segundo modo de comando para comandar automáticamente un dispositivo de borde anterior a una posición de sellado al conectar el segundo modo de

comando.

5 El sistema divulgado comprende además un sistema de accionamiento de dispositivo operable para accionar un dispositivo de borde posterior, y donde la interfaz está configurada para comandar el sistema de accionamiento del dispositivo para extender y/o retraer el dispositivo de borde posterior de acuerdo con una secuencia de extensión y/o una secuencia de retracción, respectivamente, si el dispositivo de control de bordes se mueve a la posición de ascenso/aproximación o la posición de aterrizaje.

10 El sistema divulgado donde el dispositivo de control de bordes es un primer dispositivo de control de bordes, incluyendo además la interfaz un segundo dispositivo de control de bordes operable para seleccionar la configuración deseada para el dispositivo de alta sustentación diferente de la configuración del dispositivo de alta sustentación calculada sin movimiento del primer dispositivo de control de bordes desde la primera posición del dispositivo de control.

15 El sistema divulgado donde el dispositivo de control de bordes es operable para conectar, en respuesta a una selección de una tercera posición del dispositivo de control, un tercer modo de comando para extender automáticamente un dispositivo de borde anterior a una posición separada mientras se conecta el tercer modo de comando y se cumple al menos una de las siguientes condiciones: una altitud de radio de la aeronave es inferior a una altura de radio umbral, un ángulo de ataque real supera un ángulo de ataque umbral.

20 El sistema divulgado donde la interfaz también comprende un indicador configurado para indicar la configuración del dispositivo de alta sustentación calculada, la configuración deseada, un ángulo de desviación del dispositivo de alta sustentación correspondiente en la configuración del dispositivo de alta sustentación calculada, o combinaciones de las mismas.

25 El sistema divulgado donde el indicador es un indicador del tipo de relleno para mostrar el ángulo de desviación del dispositivo de alta sustentación, la configuración para el dispositivo de alta sustentación, o combinaciones de las mismas.

30 El sistema divulgado donde el indicador es uno de una pluralidad de indicadores de tipo de relleno que incluye al menos un indicador para mostrar la información relativa a un dispositivo de borde anterior y al menos un indicador para mostrar la información relativa a un dispositivo de borde posterior.

35 De acuerdo con un aspecto adicional de la presente divulgación, se proporciona una aeronave, que comprende un ala que incluye al menos uno de un dispositivo de borde anterior y un dispositivo de borde posterior; incluyendo un sistema de control de borde un dispositivo de control de bordes posicionable en una de una pluralidad de posiciones del dispositivo de control, correspondiendo cada una de las posiciones del dispositivo de control a una fase de vuelo de una aeronave; y el sistema de control de bordes configurado para comandar un sistema de accionamiento del dispositivo para accionar al menos uno del dispositivo de borde anterior y el dispositivo de borde posterior de una manera automática en función de la posición del dispositivo de control y la fase de vuelo correspondiente.

40 De acuerdo con un aspecto adicional de la presente descripción, se proporciona un método de operación de un dispositivo de alta sustentación de una aeronave, comprendiendo el método la colocación de un dispositivo de control de bordes de una aeronave en una primera posición del dispositivo de control desde una pluralidad de posiciones del dispositivo del control, estando asociada cada una de la pluralidad de posiciones del dispositivo de control con una fase de vuelo de la aeronave; conectar un modo de comando en respuesta a la colocación del dispositivo de control de bordes en la primera posición del dispositivo de control; calcular una configuración del dispositivo de alta sustentación; y automáticamente accionar el dispositivo de alta sustentación a la configuración del dispositivo de alta sustentación, mientras se conecta el modo de comando.

45 El método divulgado donde la primera posición del dispositivo de control es una posición de crucero, y donde el dispositivo de alta sustentación incluye un dispositivo de borde anterior, un dispositivo de borde posterior, o ambos, comprendiendo además el método accionar el dispositivo de borde anterior, el dispositivo de borde posterior, o ambos, en una dirección ascendente y en una dirección descendente con relación a una posición retraída.

50 El método divulgado también comprende mostrar, en una cubierta de vuelo de la aeronave, la configuración del dispositivo de alta sustentación, un ángulo de desviación correspondiente a la configuración del dispositivo de alta sustentación, o combinaciones de los mismos.

55 El método divulgado también comprende calcular la configuración del dispositivo de alta sustentación basándose, al menos en parte, en los datos del estado de la aeronave.

60 El método divulgado donde los datos de estado de la aeronave incluyen el peso de la aeronave en bruto, el centro de gravedad de la aeronave, el número de Mach, la altitud, o combinaciones de los mismos.

65

El método divulgado donde el modo de comando es un primero modo de comando, comprendiendo el método además conectar un segundo modo de comando en respuesta al posicionamiento del dispositivo de control de bordes en una segunda posición del dispositivo de control; y accionar solamente un dispositivo de borde anterior o un dispositivo de borde posterior de una manera automática si se conecta el segundo modo de comando.

5 El método divulgado donde la segunda posición del dispositivo de control es una posición de espera, comprendiendo el método, además, comandar el dispositivo de borde anterior a una posición de sellado en respuesta al movimiento del dispositivo de control de bordes a la posición de espera.

10 El método divulgado donde el modo de comando es un primer modo de comando, comprendiendo el método, además, colocar el dispositivo de control de bordes en una tercera posición del dispositivo de control para conectar un tercer modo de comando; y accionar un dispositivo de borde posterior según al menos una de la siguiente extensión del dispositivo de borde posterior de acuerdo con una secuencia de extensión cuando el tercer modo de comando se corresponde a una fase de aproximación o a una fase de aterrizaje; y retraer el dispositivo de borde posterior de acuerdo con una secuencia de retracción cuando el tercer modo de comando se corresponde a una fase de ascenso.

15 El método divulgado donde el dispositivo de control de bordes es un primer dispositivo de control de bordes, comprendiendo el método, además, usar un segundo dispositivo de control de bordes, comandar el dispositivo de alta sustentación a una segunda configuración del dispositivo de alta sustentación diferente de la configuración del dispositivo alta sustentación calculada mientras el primer dispositivo de control de bordes permanece en la primera posición del dispositivo de control; y accionar el dispositivo de alta sustentación a la segunda configuración del dispositivo de alta sustentación.

20 El método divulgado comprende además mover el dispositivo de control de bordes a una posición de dispositivo de control diferente de la primera posición del dispositivo de control; y extender de forma automática un dispositivo de borde anterior desde una primera posición a una segunda posición que está más desplegada que la primera posición en respuesta a la detección de una o más de las siguientes condiciones: una altitud de radio de la aeronave inferior a una altitud de radio umbral; y un ángulo de ataque de un ala de la aeronave mayor que un ángulo de ataque umbral.

25

30

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (500) para controlar un dispositivo de alta sustentación de una aeronave, donde un dispositivo de alta sustentación comprende un dispositivo de borde anterior (200) o un dispositivo de borde posterior (300) y donde el sistema comprende;
- 5 una interfaz (502) para su colocación en una cubierta de vuelo (138) de una aeronave (100), donde la interfaz está configurada para recibir una entrada procedente de una tripulación de vuelo y/o proporcionar información a la tripulación de vuelo y donde la interfaz incluye:
- 10 un primer dispositivo de control de bordes (504) para controlar una posición de un dispositivo de alta sustentación de la aeronave y que puede operar para:
- 15 seleccionar cualquiera de una pluralidad de posiciones del dispositivo de control (510), correspondiendo cada una de la pluralidad de posiciones del dispositivo de control a una fase de vuelo diferente de la aeronave; y conectar, en respuesta a una selección de una primera posición del dispositivo de control, un modo de comando para el accionamiento del dispositivo de alta sustentación de una manera automática en función de la fase de vuelo asociada con la primera posición del dispositivo de control;
- 20 donde el sistema comprende, además:
- un ordenador de control de vuelo (540) acoplado en comunicación con la interfaz y configurado para calcular una configuración del dispositivo de alta sustentación para el dispositivo de alta sustentación; y un sistema de accionamiento (144) configurado para accionar automáticamente el dispositivo de alta sustentación a la configuración de alta sustentación si se conecta el modo de comando;
- 25 **caracterizado por que** la interfaz incluye, además:
- un segundo dispositivo de control de bordes (512) operable para seleccionar la configuración deseada para el dispositivo de alta sustentación diferente de la configuración del dispositivo de alta sustentación calculada sin movimiento del primer dispositivo de control de bordes desde la primera posición del dispositivo de control.
- 30 2. El sistema de la reivindicación 1, donde el dispositivo de control de bordes se puede colocar en una posición de crucero, donde la primera posición de control es la posición de crucero y, opcionalmente, donde el primer dispositivo de control de bordes se puede colocar en cualquiera de, una posición de espera, una posición de subida/aproximación, una posición de despegue/retorno, y una posición de aterrizaje.
- 35 3. El sistema de la reivindicación 2, donde el sistema de accionamiento es operable para accionar el dispositivo de borde posterior, y donde:
- 40 la interfaz está configurada para comandar el sistema de accionamiento para extender y/o retraer el dispositivo de borde posterior de acuerdo con una secuencia de extensión y/o una secuencia de retracción, respectivamente, si el dispositivo de control de bordes se mueve a la posición de ascenso/aproximación o la posición de aterrizaje.
- 45 4. El sistema de cualquier reivindicación anterior, donde:
- el sistema de accionamiento está operativamente acoplado al dispositivo de alta sustentación y configurado para accionar el dispositivo de alta sustentación en una dirección ascendente y una dirección descendente con relación a una posición retraída.
- 50 5. El sistema de cualquier reivindicación anterior, donde:
- el primer dispositivo de control de bordes es operable para conectar, en respuesta a una selección de una segunda posición del dispositivo de control, un segundo modo de comando para comandar automáticamente el dispositivo de borde anterior a una posición de sellado al conectar el segundo modo de comando.
- 55 6. El sistema de la reivindicación 1, donde:
- el primer dispositivo de control de bordes es operable para conectar, en respuesta a una selección de una tercera posición del dispositivo de control, un tercer modo de comando para extender automáticamente el dispositivo de borde anterior a una posición separada mientras se conecta el tercer modo de comando y se cumple al menos una de las siguientes condiciones: una altitud de radio de la aeronave es inferior a una altura de radio umbral, un ángulo de ataque real (546) supera un ángulo de ataque umbral.
- 60 7. El sistema de la reivindicación 1, donde la interfaz también comprende:
- 65

un indicador configurado para indicar la configuración del dispositivo de alta sustentación calculada, la configuración deseada, un ángulo de desviación del dispositivo de alta sustentación correspondiente a la configuración del dispositivo de alta sustentación calculada o a la configuración deseada, o combinaciones de las mismas.

5
8. El sistema de la reivindicación 7, donde:
el indicador es un indicador del tipo de relleno para mostrar el ángulo de desviación del dispositivo de alta sustentación, la configuración para el dispositivo de alta sustentación, o combinaciones de las mismas.

10
9. El sistema de la reivindicación 7, donde:
el indicador es uno de una pluralidad de indicadores de tipo de relleno que incluye al menos un indicador para mostrar información relativa al dispositivo de borde anterior y al menos un indicador para mostrar información relativa al dispositivo de borde posterior.

15
20
10. Un método de operación de un dispositivo de alta sustentación de una aeronave, donde un dispositivo de alta sustentación comprende un dispositivo de borde anterior (200) o un dispositivo de borde posterior (300) y donde el método comprende:

25
30
colocar un primer dispositivo de control de bordes (504) de una aeronave (100) en una primera posición del dispositivo de control desde una pluralidad de posiciones del dispositivo de control (510), estando cada una de la pluralidad de posiciones del dispositivo de control asociada con una fase de vuelo de la aeronave;
conectar un modo de comando en respuesta a la colocación del dispositivo de control de borde en la primera posición del dispositivo de control;
calcular una configuración del dispositivo de alta sustentación;
accionar automáticamente el dispositivo de alta sustentación a la configuración del dispositivo de alta sustentación mientras está activado el modo de comando; y
caracterizado por que el método incluye, además:

35
colocar un segundo dispositivo de control de bordes (512) en una configuración deseada para el dispositivo de alta sustentación donde la configuración del dispositivo de alta sustentación es diferente de la configuración del dispositivo de alta sustentación calculada y no se requiere ningún movimiento del primer dispositivo de control de bordes desde el primer dispositivo de control.

40
11. El método de la reivindicación 10, donde la primera posición de dispositivo de control es una posición de crucero (520), y donde el dispositivo de alta sustentación incluye el dispositivo de borde anterior, el dispositivo de borde posterior, o ambos, comprendiendo además el método:

45
accionar el dispositivo de borde anterior, el dispositivo de borde posterior, o ambos, en una dirección ascendente y una dirección descendente con relación a una posición retraída.

50
12. El método de las reivindicaciones 10 u 11, que comprende, además:

mostrar, en una cubierta de vuelo de la aeronave, la configuración del dispositivo de alta sustentación, un ángulo de desviación correspondiente a la configuración del dispositivo de alta sustentación, o combinaciones de los mismos.

13. El método de las reivindicaciones 10 - 13, que comprende, además:

calcular la configuración del dispositivo de alta sustentación basándose, al menos en parte, en los datos del estado de la aeronave.

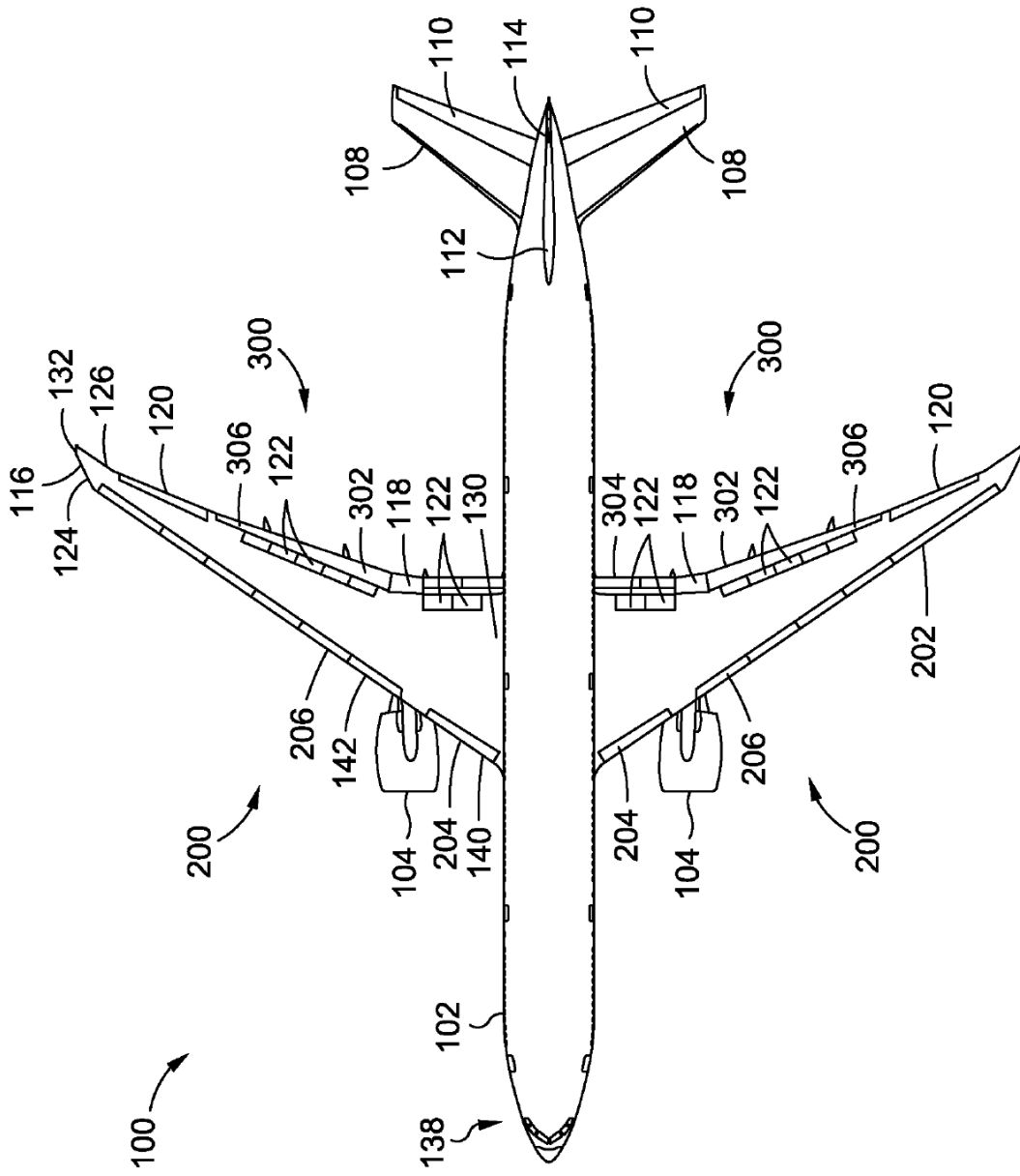


FIG. 1

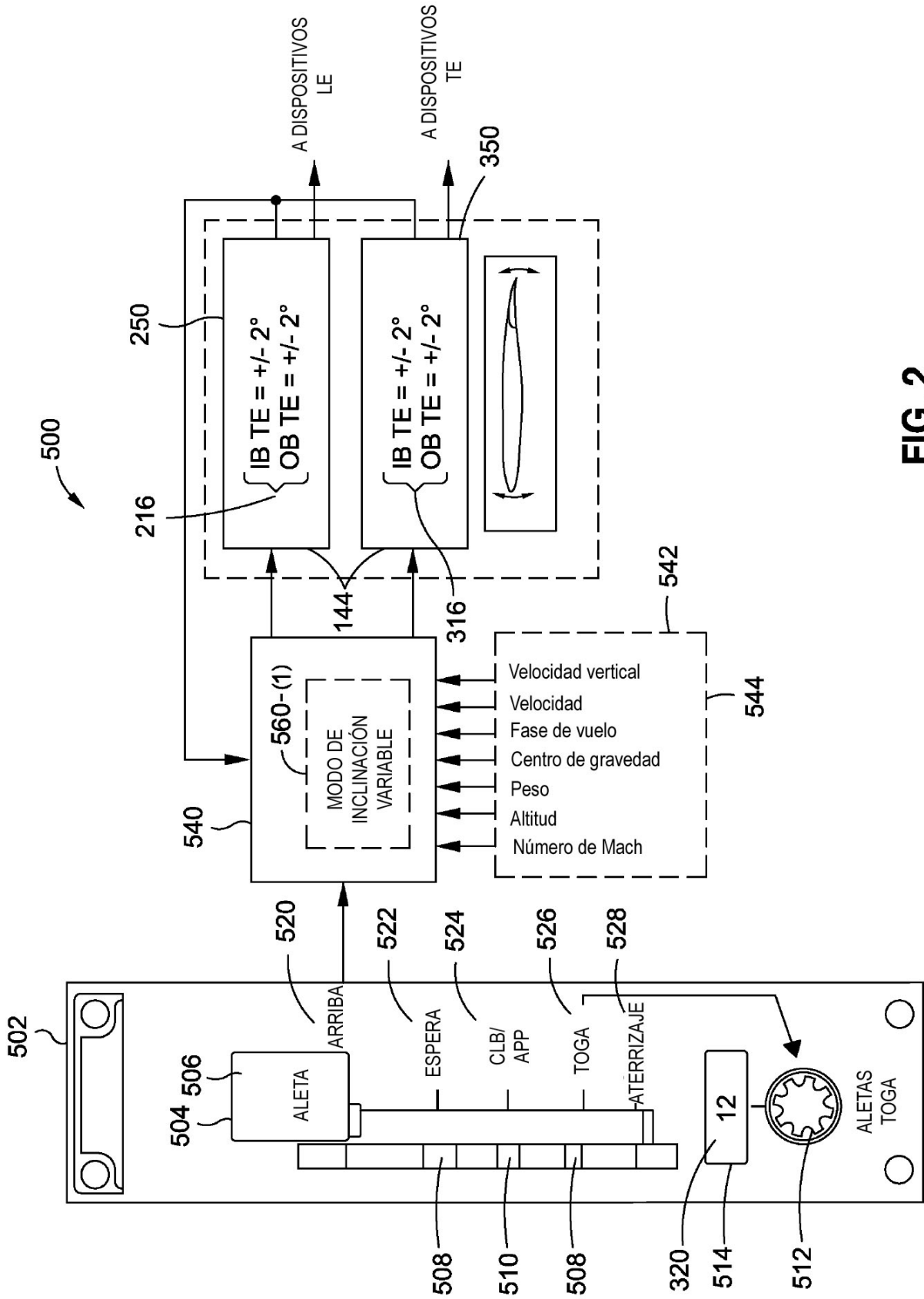


FIG. 2

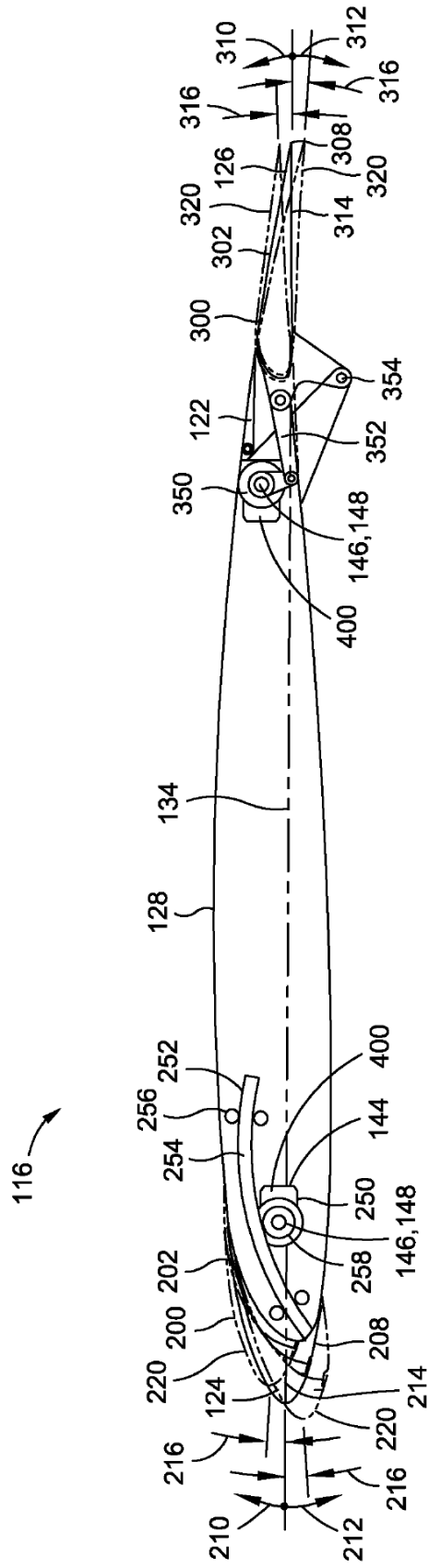


FIG. 3

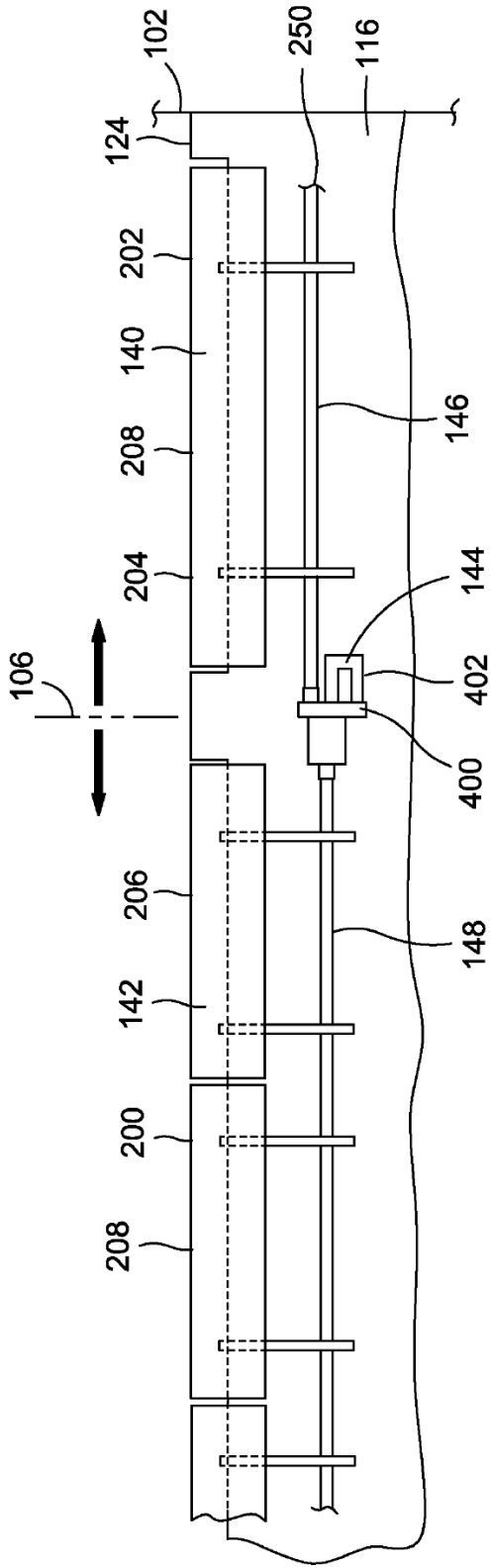


FIG. 4

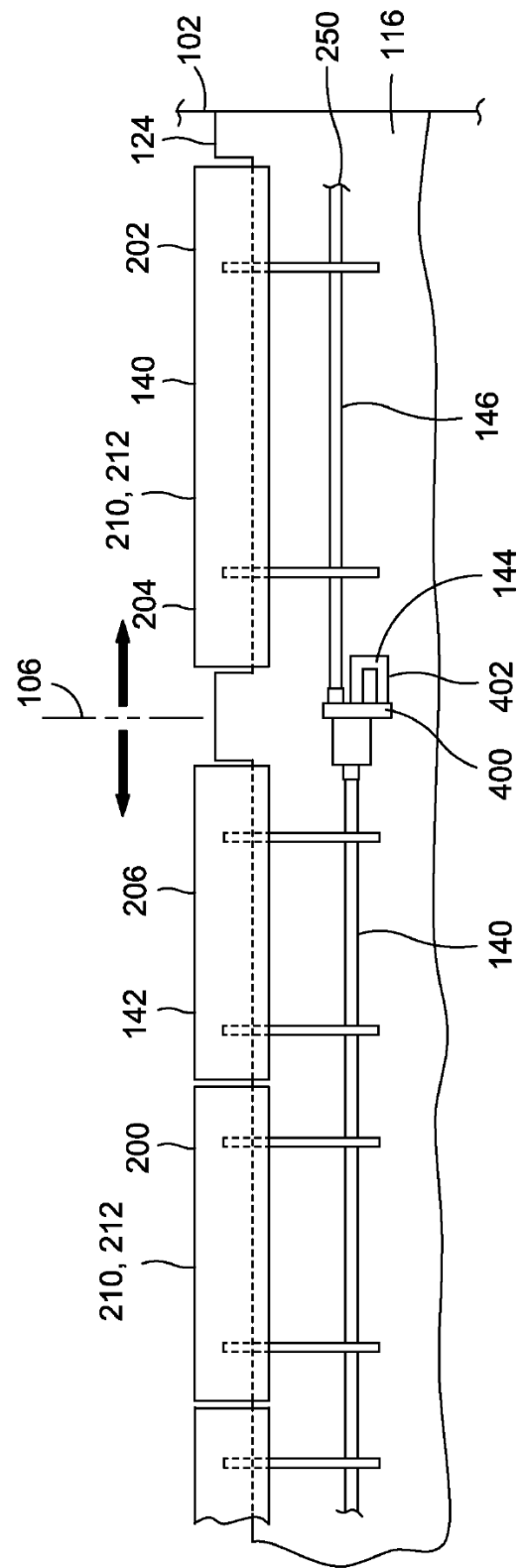


FIG. 5

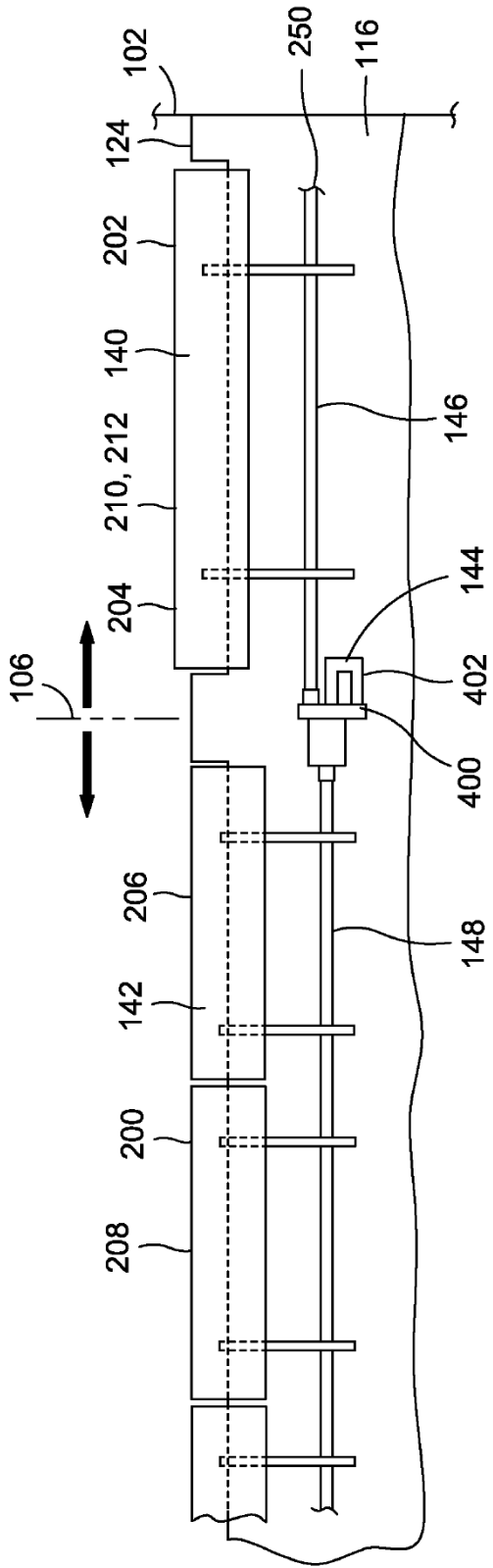


FIG. 6

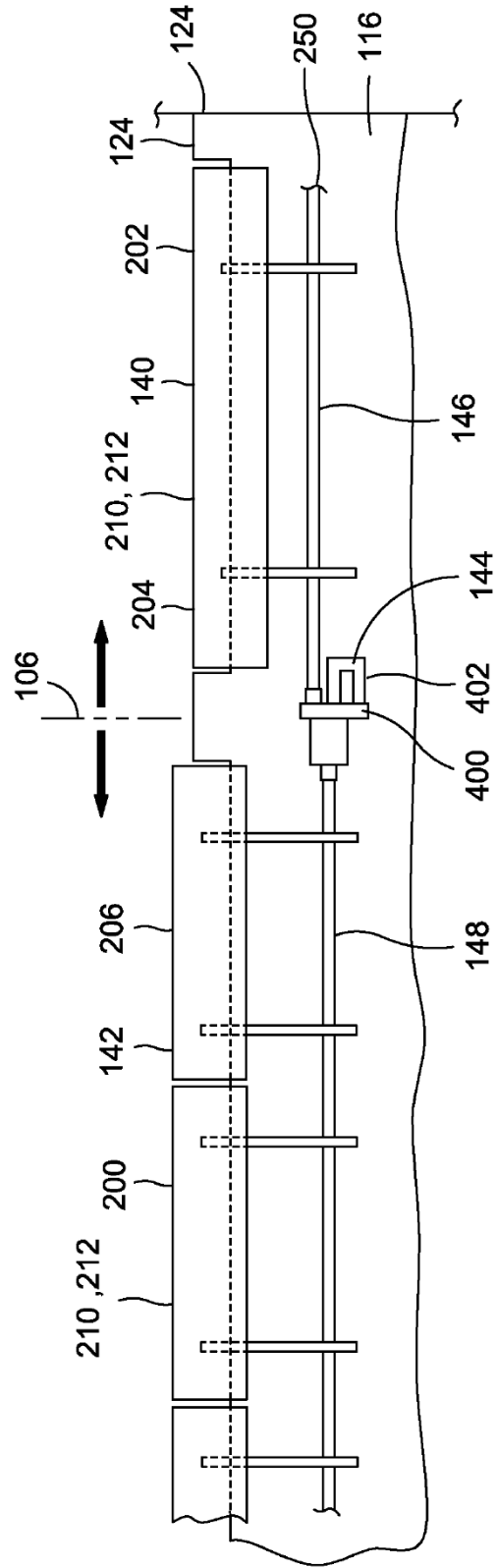


FIG. 7

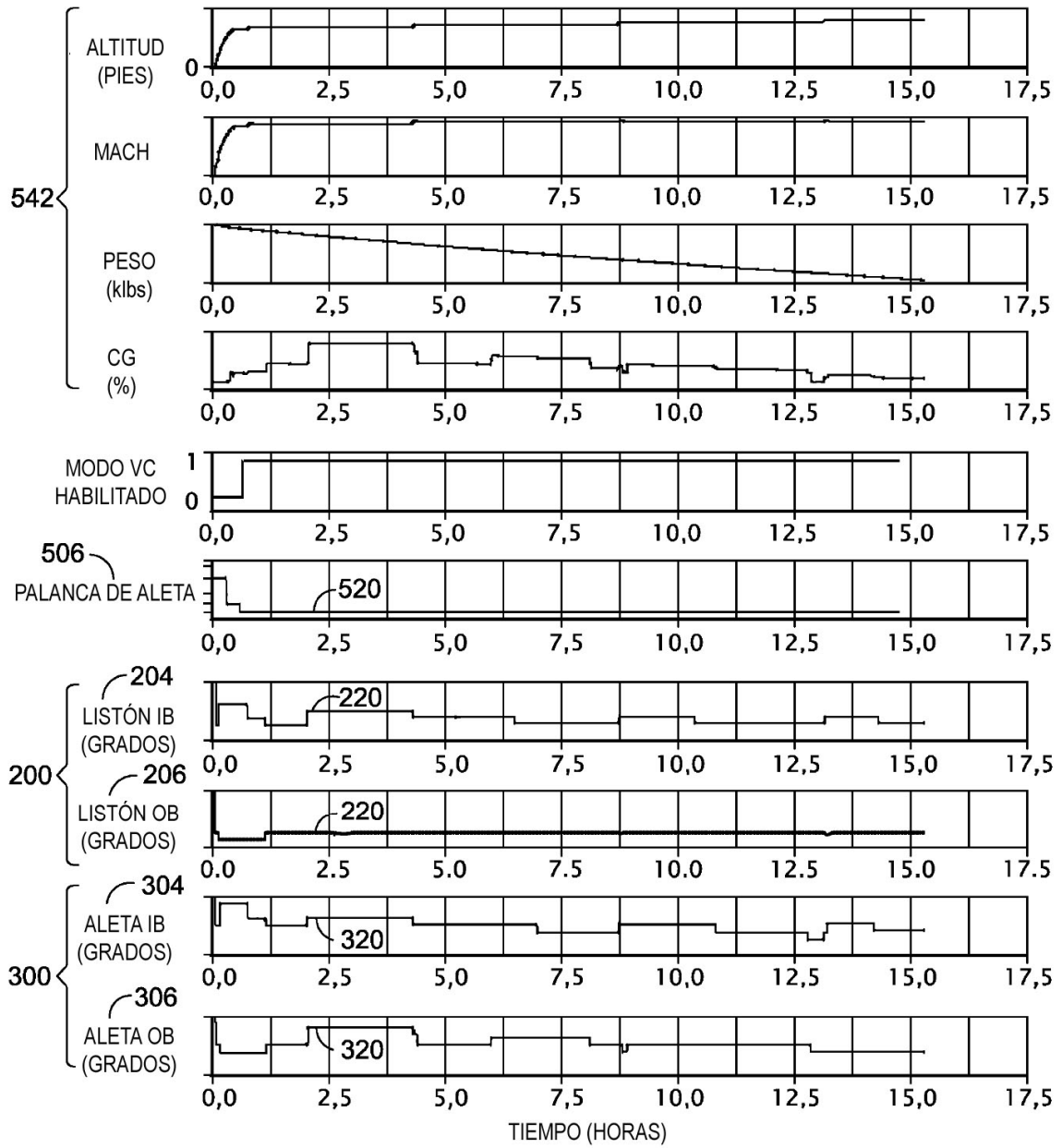


FIG. 8

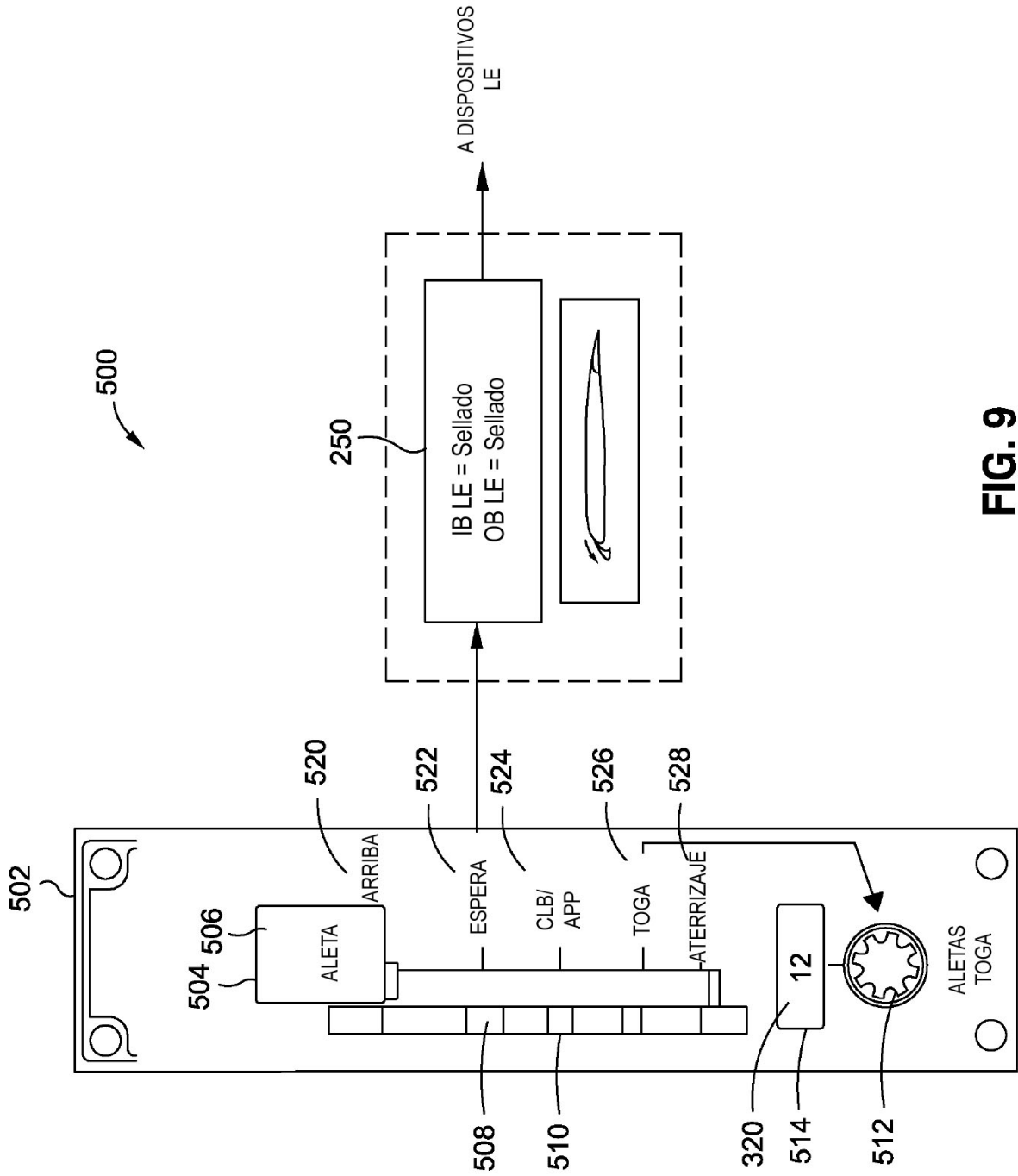


FIG. 9

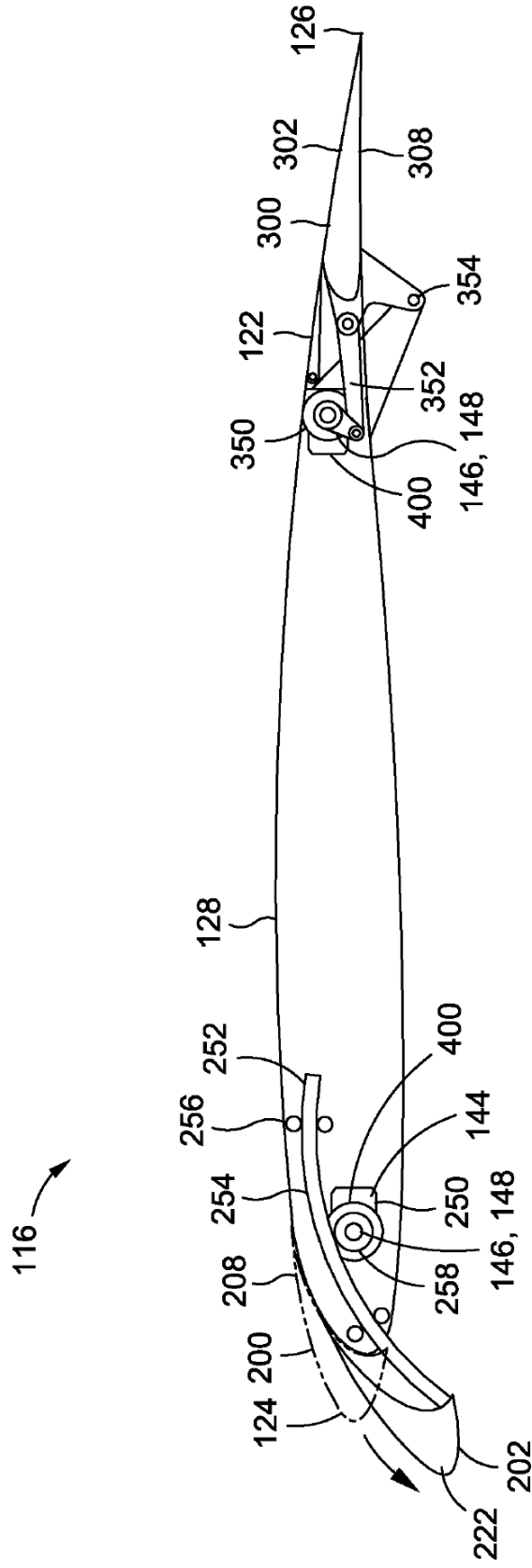


FIG. 10

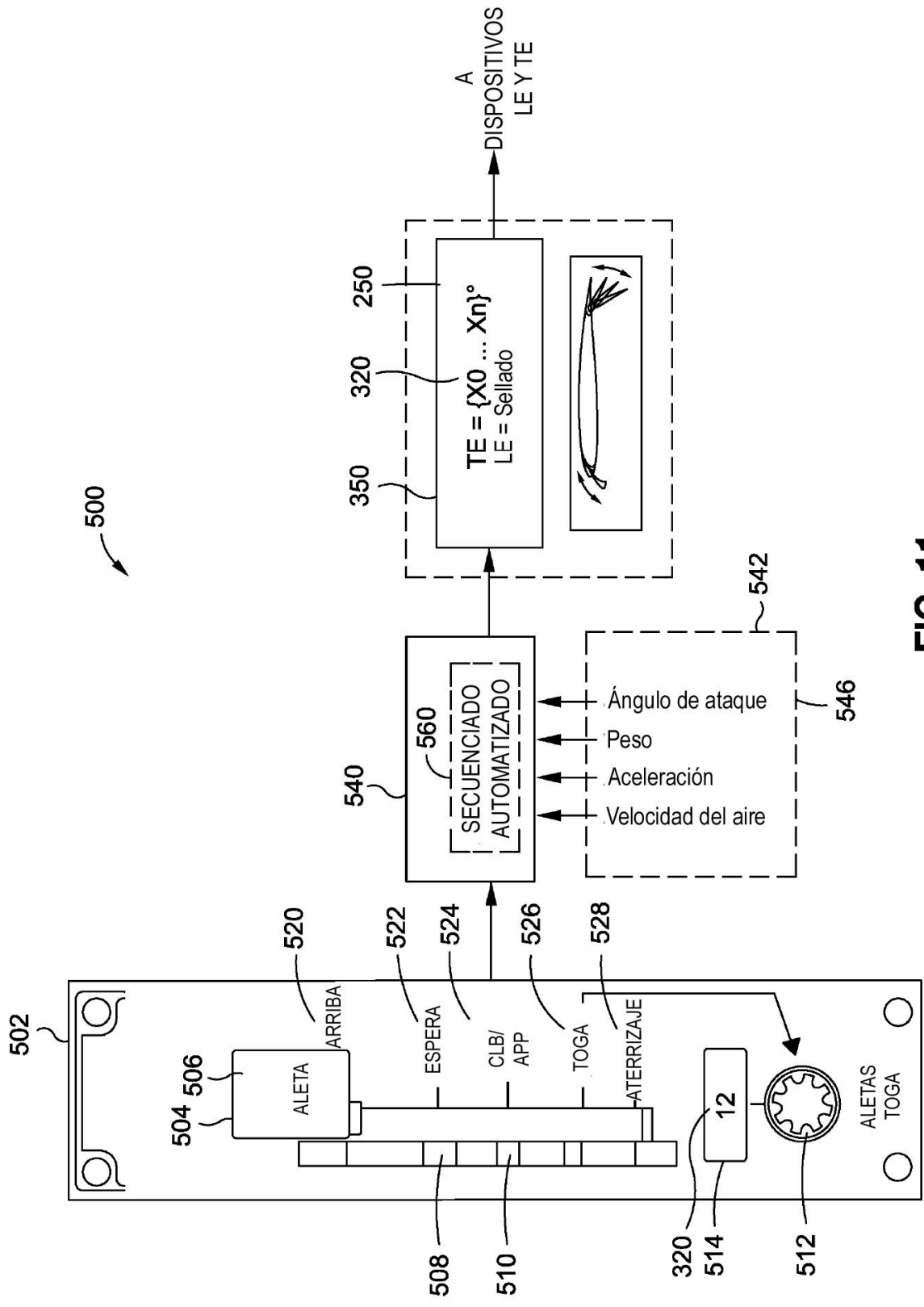


FIG. 11

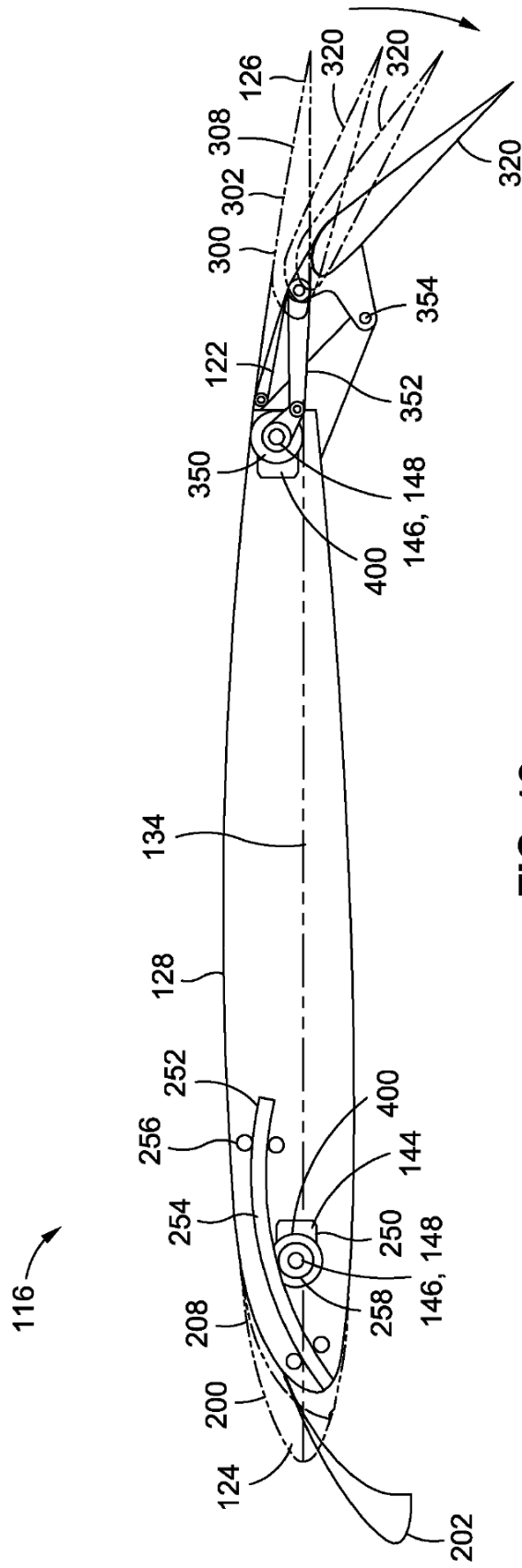


FIG. 12

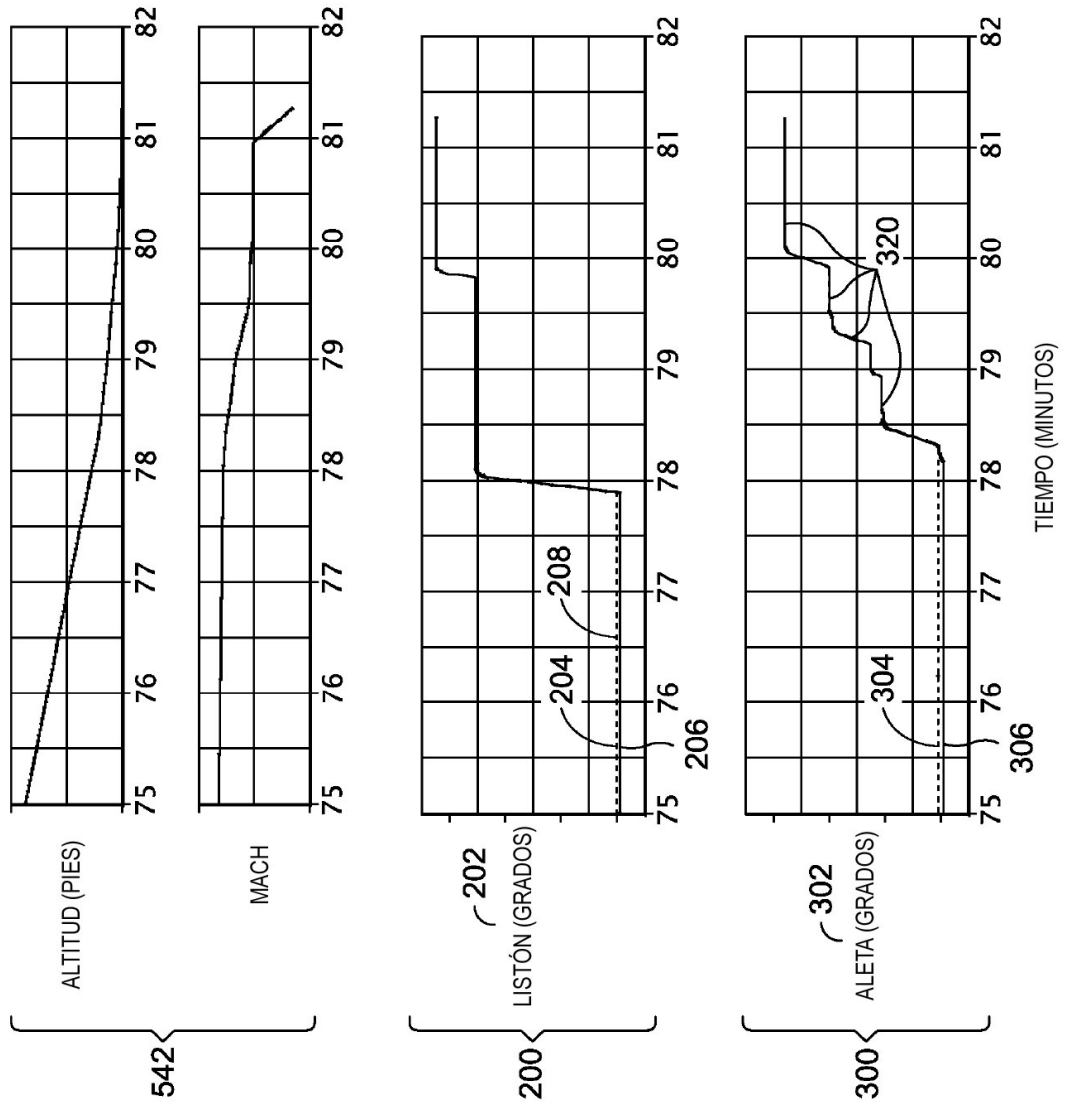


FIG. 13

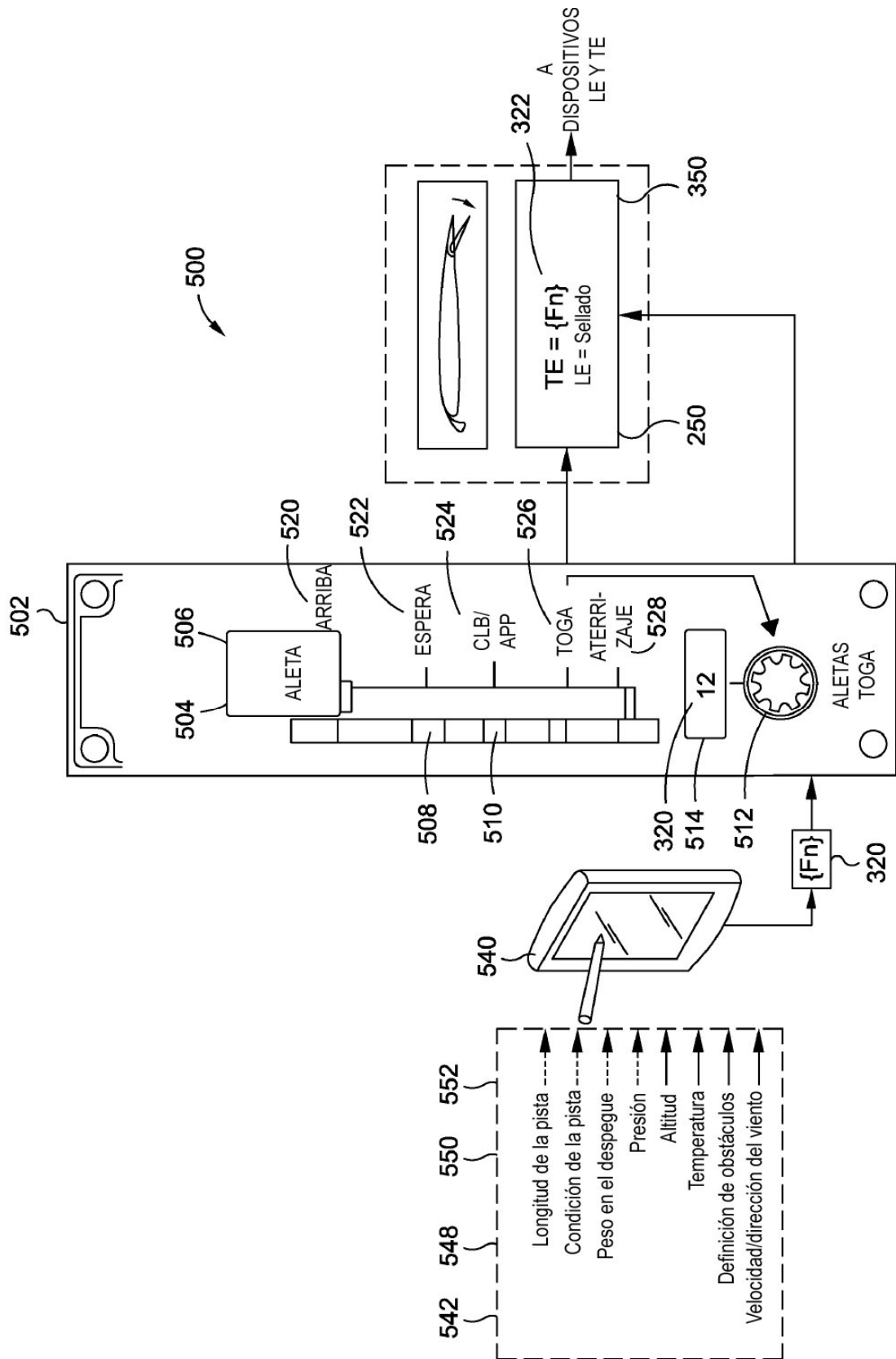


FIG. 14

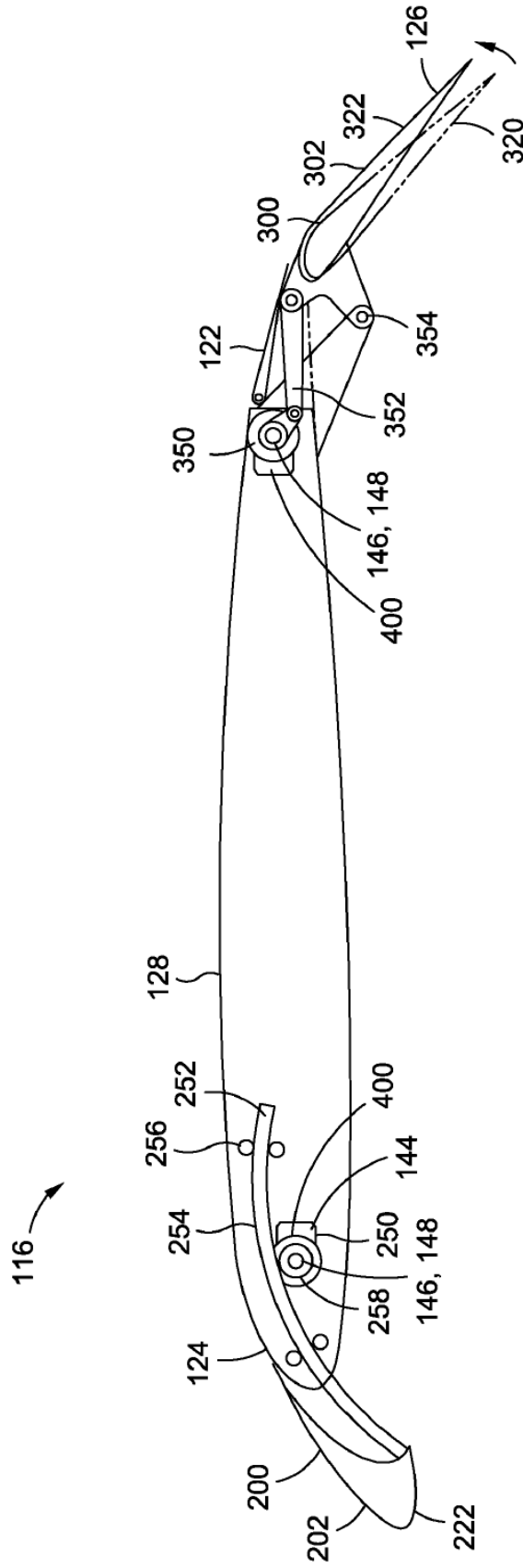


FIG. 15

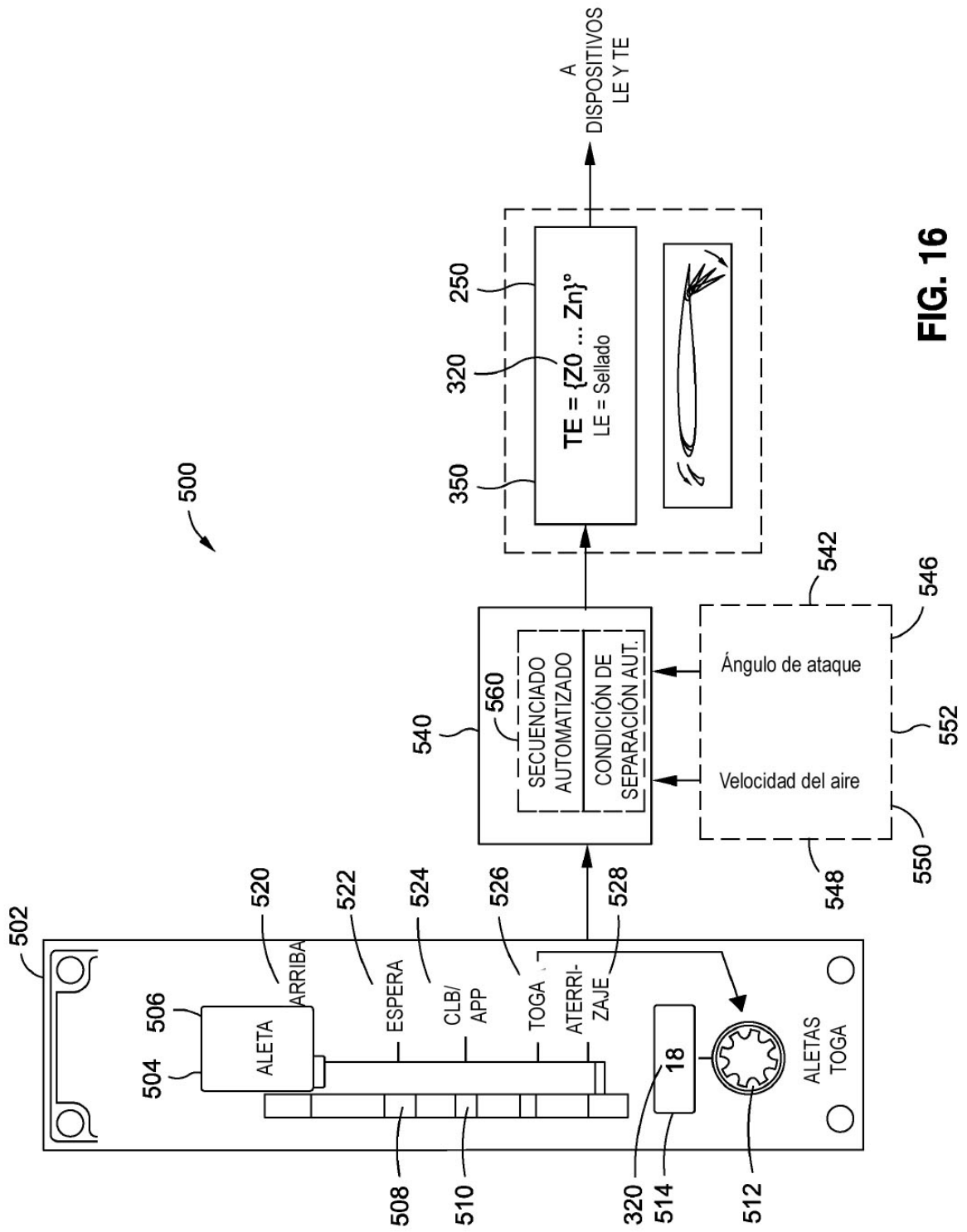


FIG. 16

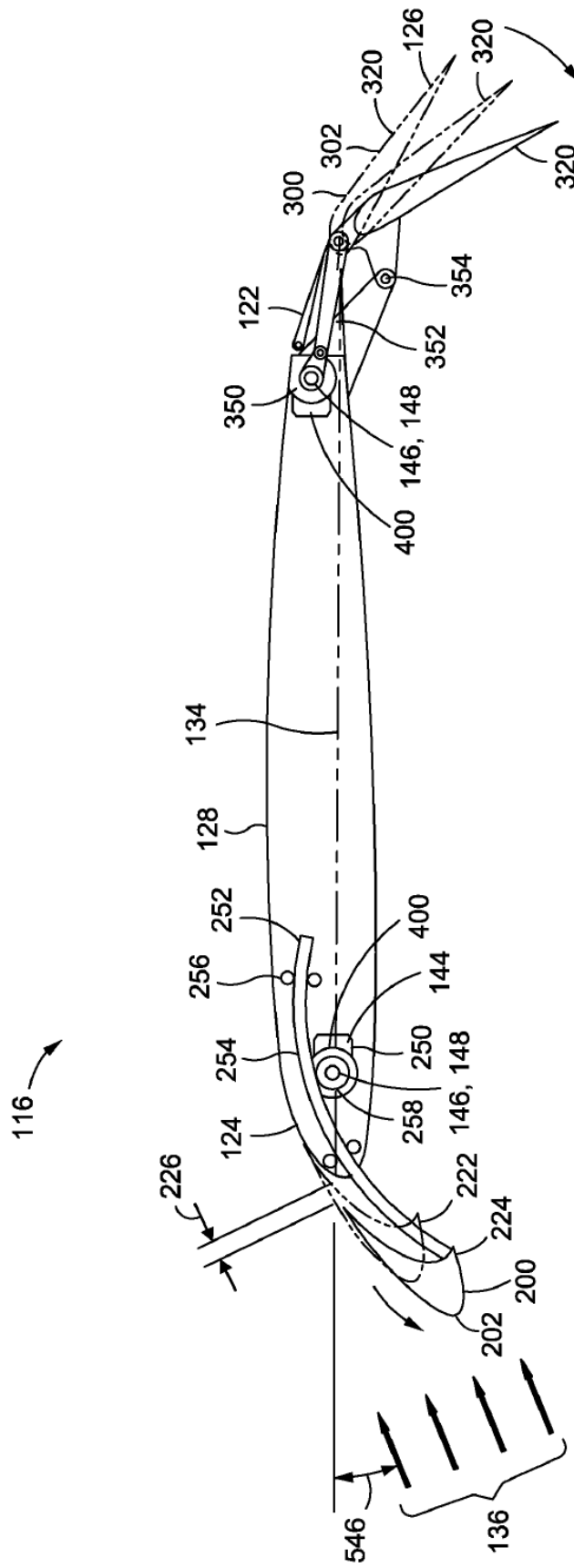


FIG. 17

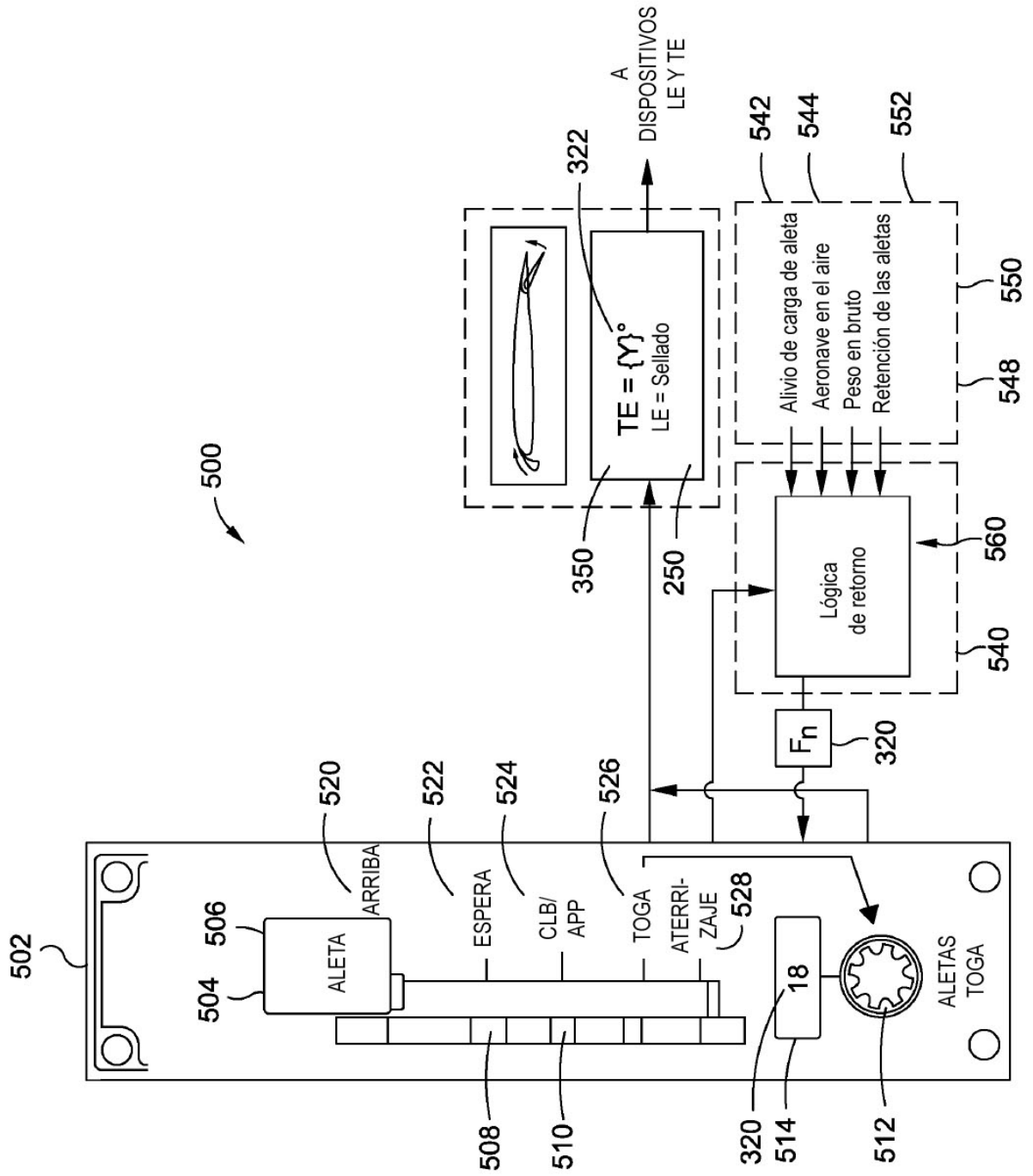


FIG. 18

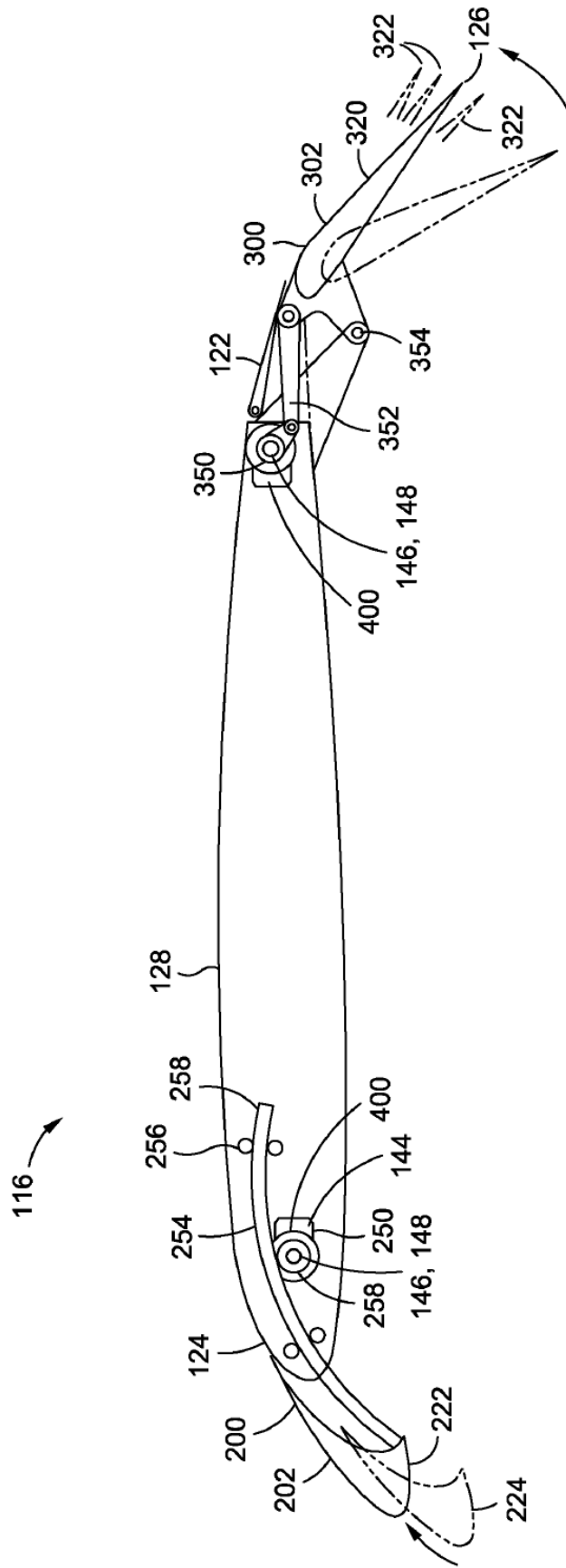


FIG. 19

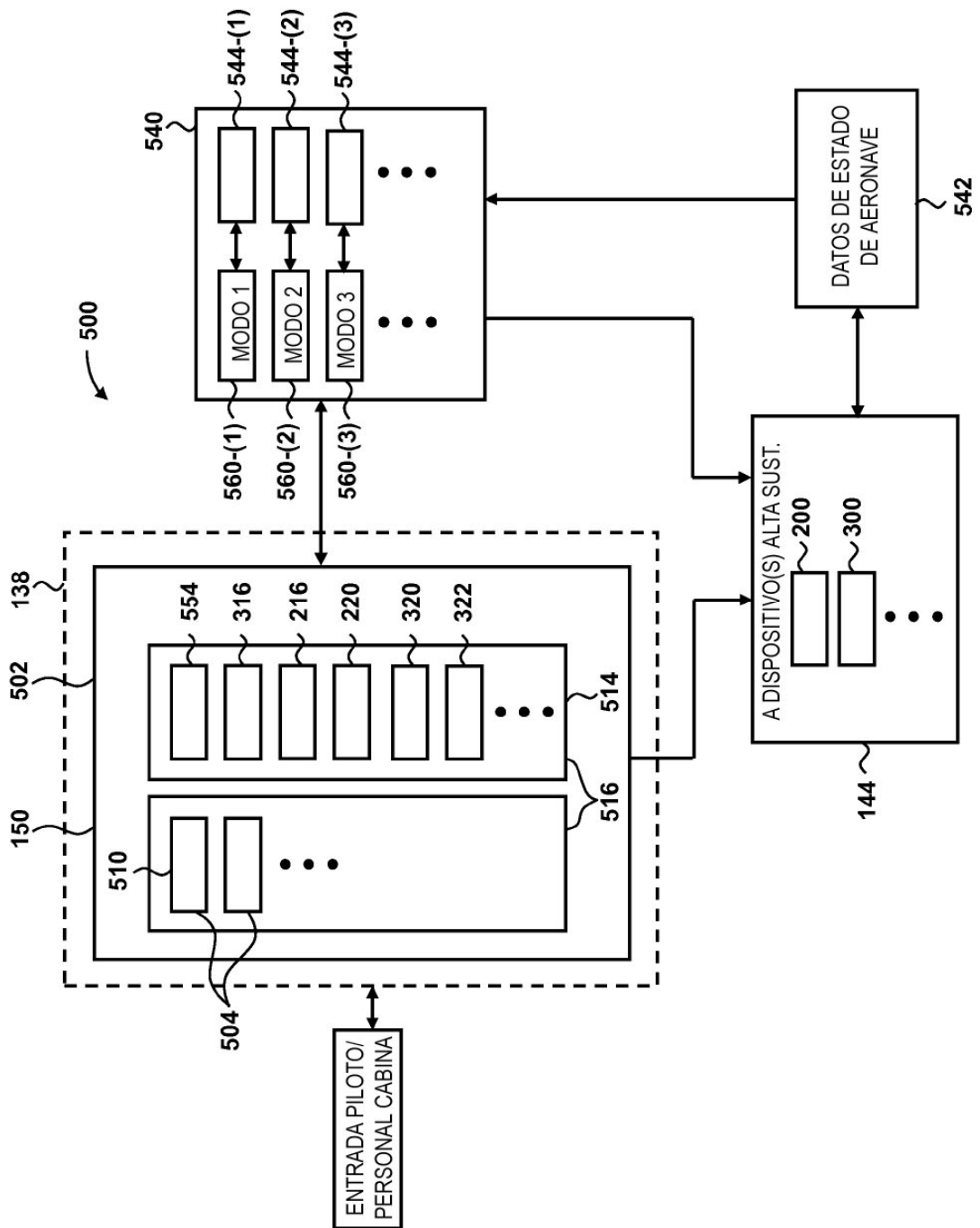


FIG. 20

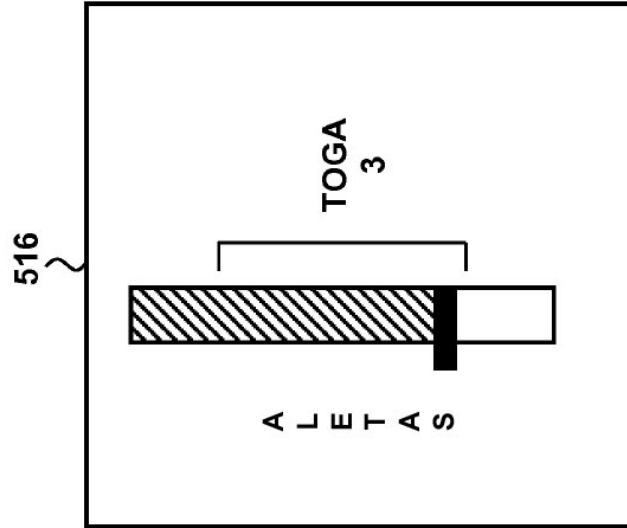


FIG. 21B

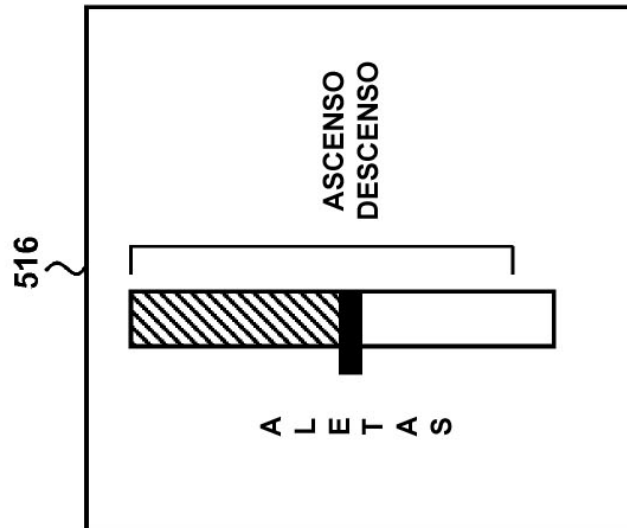


FIG. 21A

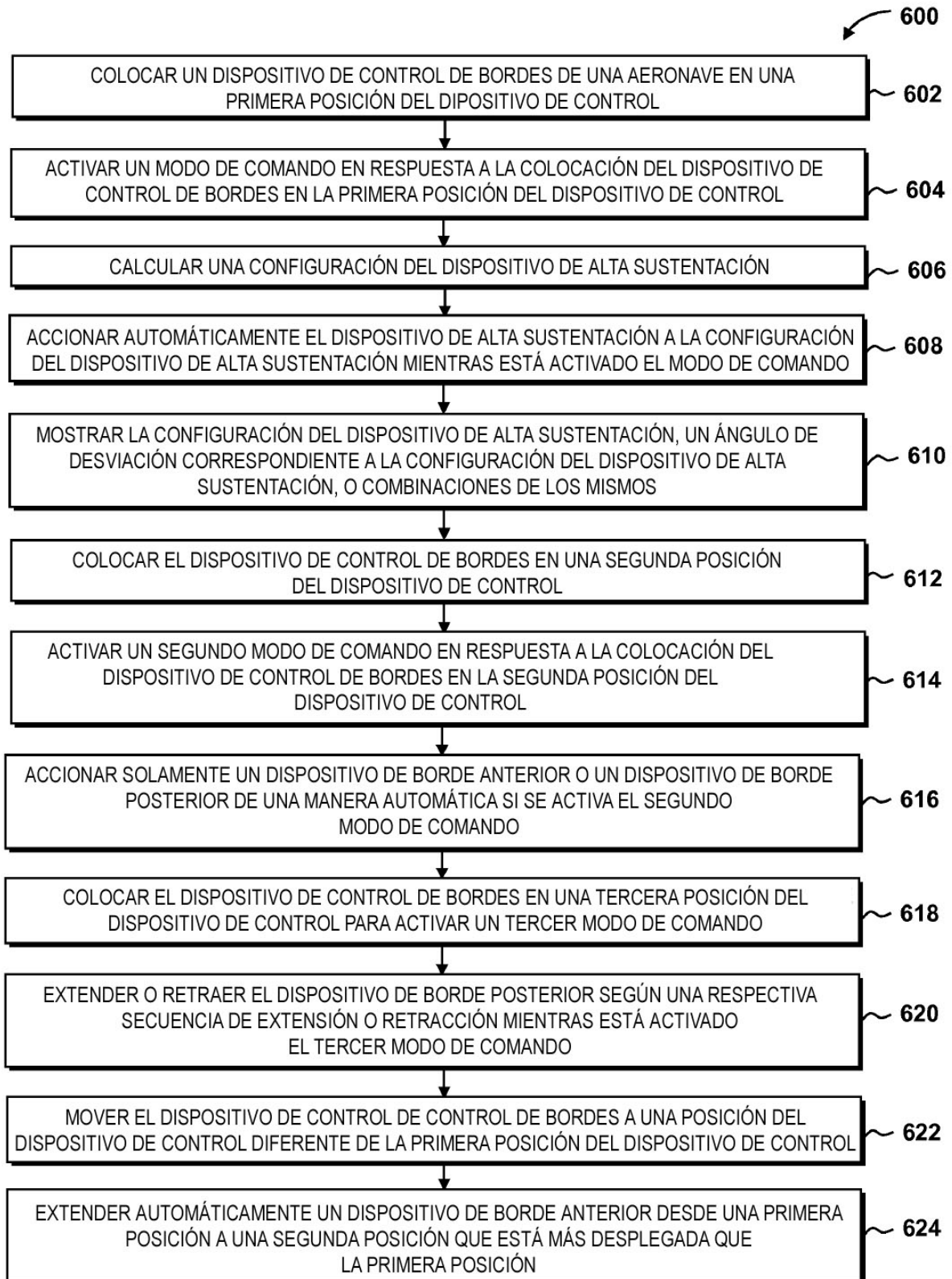


FIG. 22

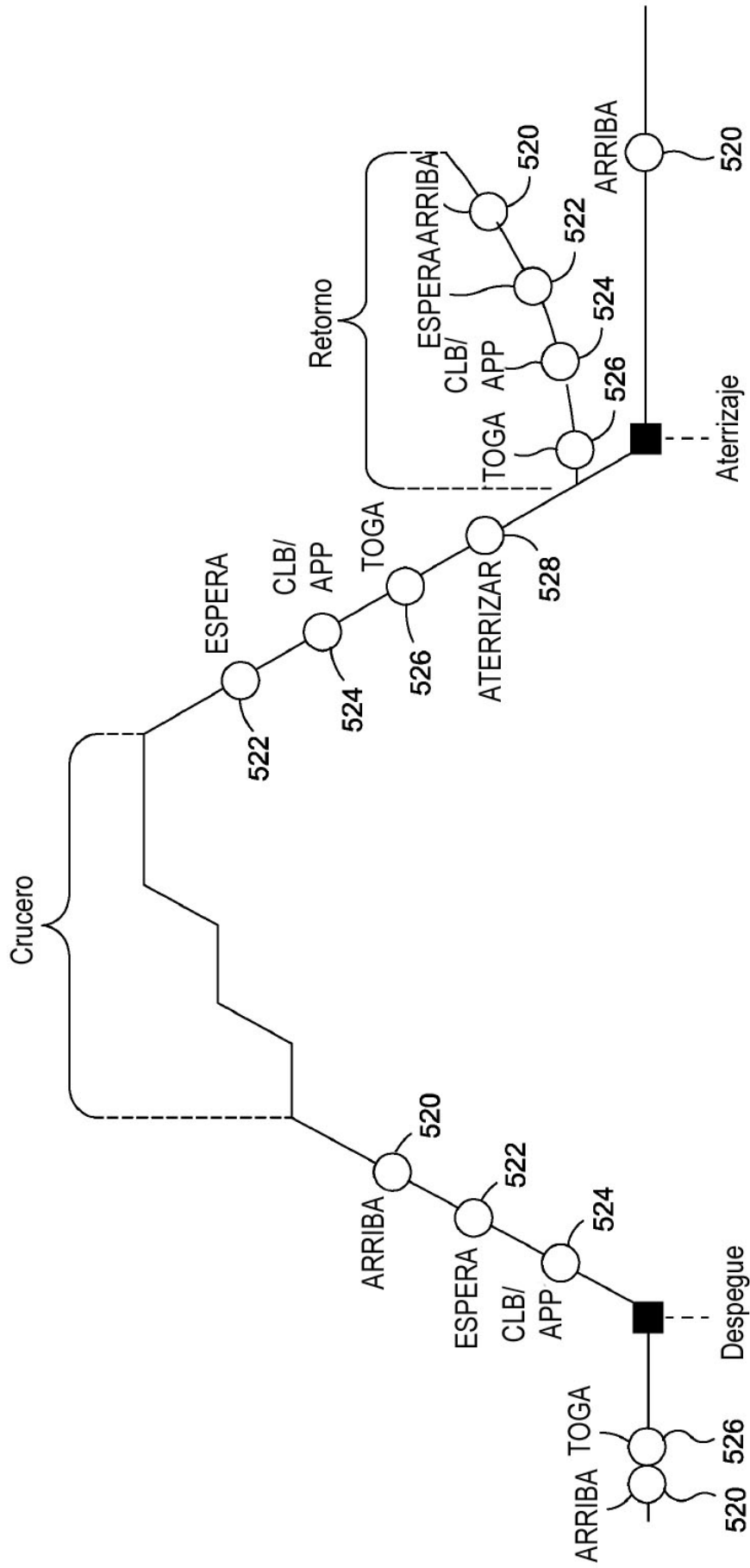


FIG. 23