

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 761 648**

51 Int. Cl.:

**B64C 13/16** (2006.01)

**B64D 31/06** (2006.01)

**B64D 33/02** (2006.01)

**F02C 7/057** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.02.2015 PCT/US2015/017660**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.02.2016 WO16025029**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2015 E 15766673 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2019 EP 3180244**

54 Título: **Sistema y método para controlar un campo de presión alrededor de un avión en vuelo**

30 Prioridad:

**14.08.2014 US 201414459488**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**20.05.2020**

73 Titular/es:

**GULFSTREAM AEROSPACE CORPORATION  
(100.0%)**

**P.O. Box 2206, M/S B-06  
Savannah, GA 31402, US**

72 Inventor/es:

**CONNERS, TIMOTHY;  
KNIGHT, MICHAEL y  
COWART, ROBERT**

74 Agente/Representante:

**DÍAZ DE BUSTAMANTE TERMINEL, Isidro**

ES 2 761 648 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

Sistema y método para controlar un campo de presión alrededor de un avión en vuelo.

### 5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere, en general, a aviones y más particularmente a sistemas y métodos para controlar un campo de presión alrededor de un avión en vuelo.

#### ANTECEDENTES

10 Un avión supersónico silencioso es un avión supersónico que podrá cumplir las restricciones gubernamentales aplicables sobre la magnitud de los estampidos sónicos para el vuelo sobre tierra o sobre otras áreas restringidas, cuando se establezcan dichas restricciones. Los aviones supersónicos silenciosos estarán diseñados para cumplir dichas restricciones gubernamentales cuando vuelen a una velocidad supersónica predeterminada (por ejemplo, Mach 1.7) y en condiciones atmosféricas predeterminadas (por ejemplo, condiciones atmosféricas estándar) y en condiciones operativas predeterminadas (por ejemplo, configuración del acelerador, ángulo de ataque). Al volar a la  
15 velocidad predeterminada y las condiciones operativas predeterminadas a través de las condiciones atmosféricas predeterminadas, un avión supersónico silencioso tendrá un campo de presión alrededor del avión que está sustancialmente libre de gradientes de presión pronunciados. Como se usa en el presente documento, la frase "gradiente de presión pronunciado" se refiere a un cambio relativamente grande de presión en una distancia relativamente corta.

20 Un campo de presión libre de gradientes de presión pronunciados, cuando se propaga al suelo, puede dar lugar a un estampido sónico que tiene una magnitud que está por debajo de los límites impuestos por el gobierno. Cualquier desviación de la velocidad supersónica predeterminada o de las condiciones atmosféricas predeterminadas o de las condiciones operativas predeterminadas puede dar lugar a un gradiente de presión pronunciado en el campo de presión. Si se formara un gradiente de presión pronunciado en el campo de presión alrededor del avión durante el  
25 vuelo supersónico, esto podría tener un efecto indeseable en la magnitud del estampido sónico que se propaga al suelo.

El sistema de propulsión de un avión supersónico interactúa aerodinámicamente con el fuselaje y con el campo de presión alrededor del avión supersónico. Por ejemplo, el flujo de aire ingerido por la admisión del sistema de propulsión, el ciclo en el que se hace funcionar el motor del sistema de propulsión o el penacho de escape  
30 expulsado por la boquilla del sistema de propulsión interactuará con el flujo de aire alrededor del fuselaje del avión supersónico. Un avión supersónico silencioso está diseñado de tal manera que, cuando el sistema de propulsión está operando en su condición de diseño, el efecto del sistema de propulsión sobre el campo de presión no dará lugar a un gradiente relativamente pronunciado en el campo de presión. Como se usa en el presente documento, una referencia a la condición de diseño de un sistema de propulsión se refiere al ciclo de motor predeterminado, la  
35 velocidad Mach predeterminada, las condiciones atmosféricas predeterminadas y los ajustes de aceleración predeterminados en los que el motor estará funcionando cuando el avión esté funcionando en su condición de diseño.

Sin embargo, cuando el funcionamiento del sistema de propulsión se desvía de la condición de diseño (por ejemplo, la configuración del acelerador que se desvía de la configuración del acelerador de diseño, el funcionamiento a  
40 velocidades diferentes a la velocidad Mach de diseño, el funcionamiento del motor en un ciclo de motor que difiere de un ciclo de motor de diseño, funcionamiento del sistema de propulsión en condiciones diferentes a las atmosféricas predeterminadas, etc.), el sistema de propulsión puede causar un gradiente relativamente pronunciado en el campo de presión alrededor del avión. Esto no es deseable.

45 Por consiguiente, es deseable proporcionar un sistema que pueda controlar el campo de presión alrededor de un avión en vuelo. Además, es deseable proporcionar un método para controlar el campo de presión alrededor de un avión en vuelo. Además, otros elementos y características deseables se harán evidentes a partir del resumen posterior y la descripción detallada y las reivindicaciones adjuntas, tomadas en conjunto con los dibujos adjuntos y el campo técnico y antecedentes anteriores.

50 El documento US 2010/0258678 A1 describe un sistema de protección de pérdida para uso dentro de un avión con un controlador que está configurado para comparar un valor diferencial de presión con uno indicativo de una condición de pérdida inminente.

#### BREVE RESUMEN

La invención se define en las reivindicaciones independientes adjuntas, con las reivindicaciones dependientes definiendo realizaciones particulares.

En el presente documento se desvelan diversas realizaciones de un sistema y un método para controlar un campo de presión alrededor de un avión en vuelo.

De acuerdo con la invención, el sistema incluye una pluralidad de sensores de presión dispuestos en el avión para medir el campo de presión. El sistema incluye además un controlador que está acoplado comunicativamente con la pluralidad de sensores de presión. El controlador está configurado para recibir información que es indicativa del campo de presión de la pluralidad de sensores de presión, para determinar cuándo el campo de presión se desvía de un campo de presión deseado basándose en la información, y para transmitir una instrucción a un componente móvil a bordo del avión que hará que el componente móvil se mueva de una manera que reduzca la desviación.

En otro aspecto, el método incluye medir el campo de presión con una pluralidad de sensores de presión dispuestos en el avión. El método incluye además recibir, en un controlador, información de la pluralidad de sensores de presión que es indicativa del campo de presión. El método incluye además, pero no se limita a, determinar, con el procesador, cuándo el campo de presión se desvía de un campo de presión deseado basándose, al menos en parte, en la información de la pluralidad de sensores de presión; y transmitir, con el procesador, una instrucción a un componente móvil a bordo del avión que hará que el componente móvil se mueva de una manera que reduzca la desviación.

En aspectos tanto del sistema como del método, se proporciona un controlador primario intermedio que recibe instrucciones del controlador para mover el componente móvil y se configura para evaluar la instrucción proporcionada por el controlador para compatibilidad con las restricciones y limitaciones que rigen un control del controlador primario sobre el componente móvil y no cumplir la instrucción transmitida por el controlador en los casos donde la instrucción no sea compatible con las restricciones y limitaciones programadas en el controlador primario.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La presente invención se describirá en lo sucesivo junto con las siguientes figuras de dibujos, en las que los números similares denotan elementos similares, y

La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra una realización no limitante de un sistema para controlar el campo de presión alrededor de un avión en vuelo realizado de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación;

La figura 2 es una vista esquemática que ilustra un avión en vuelo equipado con el sistema de la figura 1 y que muestra el campo de presión alrededor del avión;

La figura 3 es una vista esquemática que ilustra el avión de la figura 2 a medida que experimenta una perturbación en el campo de presión;

La figura 4 es una vista esquemática que ilustra el avión de la figura 3 después de que se ha movido un componente que reprime la perturbación en el campo de presión;

La figura 5 es una vista esquemática que ilustra el avión de la figura 3 después de que se haya movido un primer componente que reprime parcialmente la perturbación en el campo de presión;

La figura 6 es una vista esquemática que ilustra el avión de la figura 6 después de que se haya movido un segundo componente para cooperar con el primer componente y reprimir completamente la perturbación en el campo de presión; y

La figura 7 es un diagrama de flujo que representa una realización no limitante de un método para controlar el campo de presión alrededor de un avión en vuelo.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

La siguiente descripción detallada es simplemente de naturaleza ejemplar y no pretende limitar la invención o la aplicación y usos de la invención. Además, no hay intención de estar obligado por ninguna teoría presentada en los antecedentes anteriores o la siguiente descripción detallada.

En el presente documento se desvela un sistema y un método para controlar el campo de presión alrededor de un avión en vuelo. Múltiples sensores de presión están posicionados en diversos lugares del avión y se sitúan para medir la presión en las inmediaciones de porciones correspondientes del exterior del avión. En algunas realizaciones, los sensores de presión están configurados para medir la presión dinámica. En otras realizaciones, los sensores de presión pueden configurarse para medir la presión estática, la presión de estancamiento o combinaciones de las mismas. En algunas realizaciones, los sensores de presión pueden estar dispuestos y/o concentrados en posiciones próximas al sistema de propulsión del avión para medir mejor el efecto del sistema de propulsión sobre el campo de presión alrededor del avión.

Un controlador está acoplado comunicativamente con la pluralidad de sensores de presión y está configurado para recibir las lecturas de presión de cada sensor de presión. El controlador compila las lecturas de presión y determina la naturaleza, los parámetros, los gradientes y otros aspectos medibles del campo de presión alrededor del avión. Cuando el controlador detecta la presencia o la formación de un gradiente de presión pronunciado en el campo de presión, el controlador está configurado para enviar una instrucción a un componente móvil en el avión. El componente móvil está dispuesto en una ubicación que le permite interactuar con el aire que fluye sobre el exterior del avión y, preferentemente, que fluye dentro, alrededor o a través del sistema de propulsión del avión. Por ejemplo, el componente puede estar asociado con el sistema de propulsión del avión, tal como una superficie de compresión extensible o aspas de ventilador articuladas del compresor del motor. En otros ejemplos, el componente puede ser una o más superficies de control de vuelo móviles posicionadas alrededor del exterior del avión. El movimiento del componente móvil tendrá un impacto en el campo de presión. El controlador seleccionará un componente móvil que tendrá un efecto sobre el campo de presión que reducirá o compensará por completo el gradiente de presión pronunciado detectado por el controlador.

Se puede obtener una mejor comprensión del sistema para controlar el campo de presión alrededor de un avión descrito anteriormente y del método para controlar el campo de presión alrededor de un avión mediante una revisión de las ilustraciones que acompañan a esta solicitud junto con una revisión de la descripción detallada que sigue.

La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra una realización no limitante de un sistema 10 para controlar un campo de presión alrededor de un avión 12. En la realización ilustrada, el sistema 10 incluye una pluralidad 14 de sensores de presión 16. En la figura 1, la pluralidad 14 incluye muchos sensores de presión 16, de los cuales solo cuatro se han ilustrado en la figura 1 para facilitar la ilustración. Debe entenderse que, en otras realizaciones, la pluralidad 14 puede incluir un número mayor o menor de sensores de presión 16 sin apartarse de las enseñanzas de la presente divulgación. La realización del sistema 10 ilustrada en la figura 1 incluye además un componente móvil 18 y un componente móvil 20. En otras realizaciones del sistema 10, se puede incluir un número mayor o menor de componentes móviles. El sistema 10 incluye además un controlador primario 22 y un controlador primario 24 asociados con el componente móvil 18 y el componente móvil 20, respectivamente. El sistema 10 incluye además una unidad electrónica de almacenamiento de datos 26 y un controlador 28. En otras realizaciones, el sistema 10 puede incluir componentes adicionales o menos componentes sin apartarse de las enseñanzas de la presente divulgación.

Los sensores de presión 16 pueden comprender cualquier tipo de sensor de presión, que esté configurado para medir la presión. En algunos ejemplos, los sensores de presión 16 pueden estar configurados para medir presión estática, presión dinámica, presión de estancamiento, presión de corriente no perturbada, presión ambiental o combinaciones de las mismas. En la realización ilustrada, los sensores de presión 16 comprenden tomas de presión convencionales que están directamente expuestas a la corriente no perturbada de aire que fluye junto al avión 12. En otras realizaciones, los sensores de presión 16 pueden comprender sensores de presión ópticos tales como los usados en sistemas ópticos de datos de aire y que están configurados para medir la presión a través de medios ópticos (por ejemplo, mediante el uso de luz láser), sin contacto directo con la corriente no perturbada del aire que fluye próximo a la superficie exterior del avión.

En la realización ilustrada en las figuras 2-6, cada sensor de presión 16 comprende una toma de presión. Cada sensor de presión 16 está montado de manera que una porción de cada sensor de presión esté dispuesta sobre o justo debajo de la superficie del avión 12 y pueda contactar directamente con y muestrear la corriente no perturbada de aire que fluye cerca del sensor de presión. Cada sensor de presión 16 de la pluralidad 14 está montado en una ubicación conocida con respecto a la superficie del avión 12 y está configurado para tomar lecturas de presión en las inmediaciones de esa ubicación conocida. En algunos ejemplos, cada sensor de presión 16 puede configurarse para medir la presión a una distancia predeterminada separada de la superficie del avión 12 (por ejemplo, un pie, un metro, etc.).

Como se ilustra en la figura 1, cada sensor de presión 16 está acoplado comunicativamente con el controlador 28. Una conexión directa por cable entre cada sensor de presión 16 y el controlador 28 se ilustra en la figura 1. En otras realizaciones, dicho acoplamiento comunicativo se puede lograr de cualquier manera adecuada que incluya, pero no se limite a, el uso de un bus de comunicación, el uso de comunicaciones inalámbricas y combinaciones de los mismos. Los sensores de presión 16 están configurados, cada uno, para proporcionar lecturas de presión respectivas al controlador 28 que son indicativas de las condiciones de presión en sus inmediaciones. Dichas lecturas de presión se suministran al controlador 28 a través del acoplamiento comunicativo entre cada sensor de presión 16 y el controlador 28.

Los componentes móviles 18 y 20 pueden comprender cualquier componente en el avión que esté configurado para movimiento y que alterará el campo de presión alrededor del avión 12 cuando se mueva. Por ejemplo, las superficies de control (por ejemplo, alerones, timón, flaps, aletas, etc.) del avión 12 afectarán al campo de presión alrededor del avión 12 cuando se mueven mientras el avión 12 está en vuelo. Además, diversos componentes del sistema de propulsión del avión 12 también afectarán al campo de presión alrededor del avión 12 cuando se mueven. Por ejemplo, los cambios en el ciclo del motor pueden afectar a la velocidad a la que el aire entre y/o sale del sistema de propulsión y, por lo tanto, afectarán al campo de presión alrededor del avión 12. Las superficies de compresión de

admisión móviles/extensibles y las superficies de la boquilla también afectarán la velocidad y las condiciones bajo las cuales el aire entra el sistema de propulsión y la velocidad y las condiciones en las que el aire sale del sistema de propulsión cuando se mueven/extienden. Por consiguiente, el movimiento de dichas superficies de compresión extensibles y tapones de boquilla puede afectar al campo de presión alrededor del avión 12. Debe entenderse que, aunque los solicitantes han proporcionado ejemplos de componentes móviles y de sus efectos sobre el campo de presión alrededor de un avión en vuelo, los ejemplos incluidos anteriormente no son exhaustivos. Otros componentes también pueden ser móviles y tener un efecto sobre el campo de presión alrededor del avión y pueden servir como componentes móviles 18 y 20.

El controlador primario 22 y el controlador primario 24 pueden comprender cualquier tipo de controlador, procesador, ordenador u otra disposición de circuitos que esté configurada para emitir órdenes al componente móvil 18 y al componente móvil 20, respectivamente, que hagan que el componente móvil 18 y el componente móvil 20 se muevan y/o alteren la manera en que se mueve dicho componente. Debe entenderse que la referencia en el presente documento al movimiento de un componente móvil no solo se refiere al movimiento de un componente que está actualmente estacionario, sino que también puede referirse al cese del movimiento de un componente móvil que actualmente se está moviendo y la alteración de movimiento de un componente que actualmente se está moviendo (por ejemplo, cambiando la velocidad de movimiento o cambiando la longitud o extensión de dicho movimiento). En un ejemplo, el componente móvil 18 puede comprender un motor de turbina de gas o un componente del mismo (por ejemplo, un compresor) y el controlador primario 22 puede comprender un controlador electrónico digital de plena autoridad (FADEC) que está configurado para controlar el funcionamiento del motor de turbina de gas. En otro ejemplo, el componente móvil 20 puede comprender una superficie de control de vuelo (por ejemplo, un alerón, un timón, un flap, una aleta, etc.) y el controlador primario 24 puede comprender un ordenador de control de vuelo (FCC) que está configurado para controlar el movimiento de la superficie de control de vuelo. Al colocar los controladores primarios 22 y 24 entre el controlador 28, por un lado, y los componentes móviles 18 y 20, respectivamente, por otro lado, los controladores primarios 22 y 24 conservan plena autoridad sobre los componentes móviles 18 y 20. Dispuestos en esta configuración, los controladores primarios 22 y 24 pueden evaluar si rechazan las órdenes emitidas por el controlador 28 o si aceptan y transmiten dichas órdenes a los componentes móviles 18 y 20, como se analiza en mayor detalle a continuación. En otras realizaciones, el controlador 28 se puede acoplar comunicativamente directamente al componente móvil 18 y al componente móvil 20.

La unidad electrónica de almacenamiento de datos 26 puede comprender cualquier tipo de componente de almacenamiento de datos, que incluye, sin limitación, memoria no volátil, unidades de disco, unidades de cinta y dispositivos de almacenamiento masivo y puede incluir cualquier software, algoritmo y/o subrutina adecuados que proporcionen componente de almacenamiento de datos con la capacidad de almacenar, organizar y permitir la recuperación de datos.

En la realización ilustrada, la unidad electrónica de almacenamiento de datos 26 está configurada para almacenar un archivo 30 que contiene información indicativa de y/o relacionada con los campos de presión que se anticipa que surgirán (en adelante, "campos de presión anticipados") alrededor del avión 12 durante el vuelo. Dicha información puede incluir, pero no se limita a, los gradientes de presión que se encontrarán en los campos de presión anticipados. Esta información se puede recopilar a priori de cualquier manera adecuada, incluyendo, pero sin limitarse a, el uso de software de dinámica de fluidos computacional apropiado, la recopilación y acumulación de datos durante las pruebas en condiciones reales, combinaciones de los mismos y cualquier otro medio adecuado.

La información relacionada con los campos de presión anticipados almacenados en el archivo 30 puede correlacionarse con diferentes velocidades Mach, diferentes condiciones atmosféricas, diferentes condiciones de funcionamiento del motor, diferentes estados del avión y/o también con otras variables. Por ejemplo, el archivo 30 puede contener una serie de campos de presión anticipados, cada uno correspondiente a una velocidad Mach diferente dentro de un intervalo de velocidades Mach que se espera que encuentre el avión 12. El archivo 30 también puede contener una serie de campos de presión anticipados, cada uno correspondiente a diferentes condiciones atmosféricas que se espera que el avión 12 encuentre. El archivo 30 también puede contener una serie de campos de presión anticipados, cada uno correspondiente a diferentes condiciones operativas que se espera que el avión 12 encuentre. El archivo 30 también puede contener una serie de campos de presión anticipados que reflejan los campos de presión que se espera desarrollar alrededor del avión 12, ya que cada una de las velocidades Mach, las condiciones atmosféricas y las condiciones operativas del avión 12 varían en combinación. De esta manera, el archivo 30 puede contener campos de presión anticipados que se corresponden con sustancialmente todas las combinaciones de velocidad Mach, condiciones atmosféricas y condiciones operativas que se anticipa que la avión 12 encuentre.

El controlador 28 está acoplado comunicativamente con la unidad electrónica de almacenamiento de datos 26. A través de este acoplamiento comunicativo, el controlador 28 tiene acceso al archivo 30. Configurado de esta manera, el controlador 28 tendrá acceso a, y podrá seleccionar, campos de presión anticipados que correspondan con las condiciones atmosféricas, las condiciones operativas y la velocidad Mach encontradas por el avión 12 y el controlador 28 puede usar esos campos de presión anticipados como base para la comparación con el campo de presión detectado por la pluralidad 14 de sensores de presión 16, como se analiza en mayor detalle a continuación.

La unidad electrónica de almacenamiento de datos 26 puede configurarse adicionalmente para almacenar un archivo 32 que contiene información indicativa del efecto que tendrá el componente móvil 18 sobre el campo de presión alrededor del avión 12 cuando se mueva. El archivo 32 también puede contener información indicativa de la extensión de ese efecto en correlación con la extensión en que se mueve el componente móvil 18. El archivo 32 también puede contener información que correlaciona el efecto de dicho movimiento sobre el campo de presión, y la extensión del efecto correspondiente a la extensión del movimiento, con las diversas velocidades Mach, condiciones operativas y condiciones atmosféricas que se anticipa que encontrará el avión 12. Por ejemplo, el archivo 32 puede contener información indicativa de cómo el movimiento y la extensión del movimiento del componente móvil 18 afectará al campo de presión a las diferentes velocidades Mach que se encuentran dentro del intervalo de velocidades Mach que se anticipa que encontrará el avión 12. De manera similar, el archivo 32 puede contener información indicativa de cómo el movimiento, y la extensión del movimiento, del componente móvil 18 afectará al campo de presión en diferentes condiciones atmosféricas que se encuentran dentro del intervalo de condiciones atmosféricas que se anticipa que encontrará el avión 12. Además, el archivo 32 puede contener información indicativa de cómo el movimiento y la extensión del movimiento del componente móvil 18 afectarán al campo de presión en cada una de las diferentes condiciones operativas que se encuentran dentro del intervalo de condiciones operativas que se anticipa que encontrará el avión 12. El archivo 32 puede contener además información indicativa de cómo el movimiento y la extensión del movimiento del componente móvil 18 afectarán al campo de presión en diversas circunstancias en las que la velocidad Mach, las condiciones atmosféricas y las condiciones operativas se desvían de las condiciones de diseño, de maneras anticipadas.

En realizaciones que tienen más de dos o más componentes móviles, la unidad electrónica de almacenamiento de datos 26 puede configurarse para almacenar una pluralidad de archivos 32, cada uno de los cuales contiene información indicativa del efecto que tendrá cada componente móvil adicional sobre el campo de presión alrededor del avión 12 mientras se mueve en las diversas condiciones y estados operativos que se anticipa que encontrará el avión 12. Configurado de esta manera, el controlador 28 tendrá acceso a una pluralidad de archivos 32 que contienen información que permitirá al controlador 28 determinar qué componente móvil o componentes móviles deben moverse para contrarrestar o compensar el efecto del sistema de propulsión sobre el campo de presión alrededor del avión 12 y en qué extensión el controlador 28 debe mover dicho componentes o componentes móviles.

En algunas realizaciones, la unidad electrónica de almacenamiento de datos 26 puede almacenar un archivo 34 que contiene información indicativa de los umbrales y/o limitaciones para el campo de presión alrededor del avión 12 que son aplicables a las diferentes jurisdicciones a través de las cuales el avión 12 puede estar volando. Por ejemplo, la unidad electrónica de almacenamiento de datos 26 puede contener un archivo 34 para cada una de las jurisdicciones identificadas en un plan de vuelo, para cada jurisdicción a la que el avión 12 ha volado previamente, o para cada jurisdicción en todo el mundo que tiene restricciones sobre la magnitud de un estampido sónico generado por un avión durante el vuelo supersónico. Configurado de esta manera, el controlador 28 tendrá acceso al archivo 34 y, por lo tanto, tendrá acceso a información que permitirá al controlador 28 determinar cuándo se deben tomar medidas correctivas para compensar el efecto del sistema de propulsión del avión sobre el campo de presión alrededor del avión 12.

El controlador 28 puede ser cualquier tipo de ordenador, controlador, microcontrolador, circuitos, conjunto de chips, sistema informático o microprocesador que esté configurado para realizar algoritmos, ejecutar aplicaciones de software, ejecutar subrutinas y/o cargarse con y ejecutar cualquier otro tipo de programa informático. El controlador 28 puede comprender un único procesador o una pluralidad de procesadores que actúan en concierto. En algunas realizaciones, el controlador 28 puede estar dedicado para uso exclusivo con el sistema 10, mientras que, en otras realizaciones, el controlador 28 puede estar compartido con otros sistemas a bordo del avión 12.

En la realización ilustrada, el controlador 28 está acoplado comunicativamente con la pluralidad 14 de sensores de presión 16, con los controladores primarios 22 y 24, y con la unidad electrónica de almacenamiento de datos 26. El controlador 28 está conectado comunicativamente a los componentes móviles 18 y 20 a través de los controladores primarios 22 y 24. Estos acoplamientos/conexiones comunicativas se pueden lograr mediante el uso de cualquier medio de transmisión adecuado, incluidas las conexiones por cable e inalámbricas. Por ejemplo, cada componente puede estar conectado físicamente al controlador 28 a través de un cable coaxial o mediante cualquier otro tipo de conexión por cable que sea efectiva para transmitir señales. En otras realizaciones, cada componente puede estar conectado comunicativamente al controlador 28 a través de un bus de comunicación. En otros ejemplos, cada componente puede estar conectado de forma inalámbrica al controlador 28 a través de una conexión BLUETOOTH, una conexión WIFI o similar.

Estar acoplado y/o conectado comunicativamente con cada uno de los componentes identificados anteriormente proporciona una vía para la transmisión de órdenes, instrucciones, interrogaciones y otras señales entre el controlador 28 y cada uno de los otros componentes. La pluralidad 14 de sensores de presión 16, los controladores primarios 22 y 24, y la unidad electrónica de almacenamiento de datos 26 están configurados para interconectarse en interactuar con el controlador 28. Por ejemplo, los sensores de presión 16 están configurados, cada uno, para proporcionar información al controlador 28 indicativa de sus respectivas lecturas de presión y el controlador 28 está configurado para recibir dichas lecturas de presión. Los controladores primarios 22 y 24 están configurados, cada uno, para enviar y recibir comunicaciones y/o instrucciones del controlador 28 y el controlador 28 está configurado

- para enviar y recibir comunicaciones de los controladores primarios 22 y 24. La unidad electrónica de almacenamiento de datos 26 está configurada para recibir comunicaciones, interrogatorios e instrucciones del, y para proporcionar información al, controlador 28 y el controlador 28 está configurado para enviar comunicaciones, interrogatorios e instrucciones a, y para recibir información de, la unidad electrónica de almacenamiento de datos 26.
- 5 En realizaciones en las que el controlador 28 está conectado comunicativamente directamente con los componentes móviles 18 y 20, los componentes móviles 18 y 20 están configurados para recibir y responder a las comunicaciones, instrucciones y órdenes emitidas por el controlador 28 y el controlador 28 está configurado para comunicarse con, y emitir instrucciones para, los componentes móviles 18 y 20 y para recibir comunicaciones de los componentes móviles 18 y 20.
- 10 El controlador 28 está configurado para interactuar, coordinar y/u orquestar las actividades de cada uno de los otros componentes del sistema 10 con el fin de controlar el campo de presión que se forma alrededor del avión 12 en vuelo. En un ejemplo no limitante, el controlador 28 está configurado para recibir lecturas de presión de cada sensor de presión 16. En una realización, el controlador 28 se programará con, o tendrá acceso de otro modo a información indicativa de dónde se encuentra cada sensor de presión 16 con respecto a una superficie exterior del avión 12.
- 15 Usando la información de ubicación y las lecturas de presión proporcionadas por cada sensor de presión 16, el controlador 28 está configurado para calcular el campo de presión alrededor del avión 12. En una realización, el controlador 28 tendrá acceso a información indicativa de las condiciones atmosféricas predominantes, la velocidad Mach actual del avión 12 y las condiciones operativas actuales del avión 12. El controlador 28 puede obtener esta información comunicándose con otros sistemas a bordo del avión 12, incluyendo, pero sin limitarse a, transmisores inalámbricos, medidores de panel de instrumentos, ordenadores de control de vuelo y similares.
- 20 Usando la velocidad Mach actual y las condiciones operativas actuales del avión 12, y usando las condiciones atmosféricas predominantes en las inmediaciones del avión 12, el controlador 28 está configurado para comunicarse con la unidad electrónica de almacenamiento de datos 26 para obtener un campo de presión anticipado que corresponde con la velocidad Mach del avión 12, las condiciones operativas actuales del avión 12 y las condiciones atmosféricas predominantes encontradas por el avión 12 o en sus inmediaciones. El controlador 28 está configurado además para comparar el campo de presión anticipado obtenido de la unidad electrónica de almacenamiento de datos 26 con el campo de presión que ha calculado a partir de las lecturas de presión proporcionadas por la pluralidad 14 de sensores de presión 16. Como parte de la comparación, el controlador 28 puede programarse para identificar las desviaciones entre los gradientes de presión predichos en el campo de presión anticipado con los gradientes de presión que el controlador 28 detecta durante su cálculo del campo de presión. En otras realizaciones, el controlador 28 puede configurarse para usar cualquier medida adecuada, además de, o en lugar de, los gradientes de presión anticipados y los gradientes de presión detectados cuando se compara el campo de presión anticipado con el campo de presión calculado por el controlador 28. En los casos donde se detecta una desviación que no coincide con el movimiento de un componente móvil, la desviación puede ser causada por la interacción entre el sistema de propulsión del avión 12 y la corriente no perturbada de aire que fluye sobre el avión 12.
- 25 En algunas realizaciones, el controlador 28 puede configurarse para tomar automáticamente medidas correctivas cuando detecta la aparición de cualquier desviación entre el campo de presión anticipado y el campo de presión que calcula el controlador 28. En otras realizaciones, el controlador 28 puede configurarse para evaluar la desviación y tomar medidas correctivas sólo cuando la desviación excede una magnitud o umbral predeterminado. En algunos ejemplos, esa magnitud predeterminada puede programarse directamente en el controlador 28. En otros ejemplos, el controlador 28 puede configurarse para obtener información de la unidad electrónica de almacenamiento de datos 26 que sea indicativa de desviaciones aceptables entre el campo de presión y el campo de presión anticipado. En algunas realizaciones, el controlador 28 puede acceder al archivo 32 para obtener esta información. En algunos ejemplos, dicha información puede corresponder con la jurisdicción sobre la que está volando el avión 12.
- 30 En algunas realizaciones, el controlador 28 puede configurarse para tomar automáticamente medidas correctivas cuando detecta la aparición de cualquier desviación entre el campo de presión anticipado y el campo de presión que calcula el controlador 28. En otras realizaciones, el controlador 28 puede configurarse para evaluar la desviación y tomar medidas correctivas sólo cuando la desviación excede una magnitud o umbral predeterminado. En algunos ejemplos, esa magnitud predeterminada puede programarse directamente en el controlador 28. En otros ejemplos, el controlador 28 puede configurarse para obtener información de la unidad electrónica de almacenamiento de datos 26 que sea indicativa de desviaciones aceptables entre el campo de presión y el campo de presión anticipado. En algunas realizaciones, el controlador 28 puede acceder al archivo 32 para obtener esta información. En algunos ejemplos, dicha información puede corresponder con la jurisdicción sobre la que está volando el avión 12.
- 35 Una vez que el controlador 28 ha determinado que la desviación entre el campo de presión y el campo de presión anticipado requiere medidas correctivas, el controlador 28 está configurado para obtener información relacionada con los componentes móviles 18 y 20. Esta información se refiere al efecto que tendrá el movimiento de cada componente móvil sobre el campo de presión. En algunas realizaciones, el controlador 28 accederá al archivo 32 para obtener esta información. En otras realizaciones, dicha información puede programarse en el controlador 28 o estar disponible desde alguna otra fuente accesible para el controlador 28. Usando esta información, el controlador 28 puede determinar qué componente mover y en qué medida se debe mover para reducir la desviación entre el campo de presión anticipado y el campo de presión que ha calculado el controlador 28.
- 40 Por ejemplo, el controlador 28 puede obtener información indicativa de los efectos sobre el campo de presión de cambiar el ciclo de motor del motor de turbina de gas del sistema de propulsión mientras vuela a la velocidad Mach actual, las condiciones operativas y las condiciones atmosféricas predominantes. El controlador 28 también puede obtener información acerca de los efectos sobre el campo de presión de mover la superficie de compresión del sistema de propulsión hacia adelante o hacia atrás mientras vuela a la velocidad Mach actual, las condiciones operativas y las condiciones atmosféricas predominantes. El controlador 28 también puede obtener información acerca de los efectos sobre el campo de presión de desviar los alerones del avión 12 hacia arriba o hacia abajo mientras vuela a la velocidad Mach actual, las condiciones operativas y las condiciones atmosféricas predominantes. El controlador 28 puede obtener información similar relacionada con todos los componentes móviles del sistema 10.
- 45 Una vez que el controlador 28 ha determinado que la desviación entre el campo de presión y el campo de presión anticipado requiere medidas correctivas, el controlador 28 está configurado para obtener información relacionada con los componentes móviles 18 y 20. Esta información se refiere al efecto que tendrá el movimiento de cada componente móvil sobre el campo de presión. En algunas realizaciones, el controlador 28 accederá al archivo 32 para obtener esta información. En otras realizaciones, dicha información puede programarse en el controlador 28 o estar disponible desde alguna otra fuente accesible para el controlador 28. Usando esta información, el controlador 28 puede determinar qué componente mover y en qué medida se debe mover para reducir la desviación entre el campo de presión anticipado y el campo de presión que ha calculado el controlador 28.
- 50 Por ejemplo, el controlador 28 puede obtener información indicativa de los efectos sobre el campo de presión de cambiar el ciclo de motor del motor de turbina de gas del sistema de propulsión mientras vuela a la velocidad Mach actual, las condiciones operativas y las condiciones atmosféricas predominantes. El controlador 28 también puede obtener información acerca de los efectos sobre el campo de presión de mover la superficie de compresión del sistema de propulsión hacia adelante o hacia atrás mientras vuela a la velocidad Mach actual, las condiciones operativas y las condiciones atmosféricas predominantes. El controlador 28 también puede obtener información acerca de los efectos sobre el campo de presión de desviar los alerones del avión 12 hacia arriba o hacia abajo mientras vuela a la velocidad Mach actual, las condiciones operativas y las condiciones atmosféricas predominantes. El controlador 28 puede obtener información similar relacionada con todos los componentes móviles del sistema 10.
- 55 Por ejemplo, el controlador 28 puede obtener información indicativa de los efectos sobre el campo de presión de cambiar el ciclo de motor del motor de turbina de gas del sistema de propulsión mientras vuela a la velocidad Mach actual, las condiciones operativas y las condiciones atmosféricas predominantes. El controlador 28 también puede obtener información acerca de los efectos sobre el campo de presión de mover la superficie de compresión del sistema de propulsión hacia adelante o hacia atrás mientras vuela a la velocidad Mach actual, las condiciones operativas y las condiciones atmosféricas predominantes. El controlador 28 también puede obtener información acerca de los efectos sobre el campo de presión de desviar los alerones del avión 12 hacia arriba o hacia abajo mientras vuela a la velocidad Mach actual, las condiciones operativas y las condiciones atmosféricas predominantes. El controlador 28 puede obtener información similar relacionada con todos los componentes móviles del sistema 10.
- 60

Usando esta información, el controlador 28 puede determinar qué componente móvil se debe mover para reducir de manera más ventajosa o compensar por completo la desviación que el controlador 28 detectó entre el campo de presión y el campo de presión anticipado. El controlador 28 también puede usar otra información al realizar esta determinación. Por ejemplo, y sin limitación, el controlador 28 también puede tener en cuenta el efecto sobre la resistencia aerodinámica, el efecto sobre la velocidad, el efecto sobre el consumo de combustible y cualquier otro factor adecuado que pueda verse afectado por el movimiento del componente móvil. Por ejemplo, mover una superficie de control puede tener un efecto no deseado sobre el ángulo de ataque del avión 12, mientras que cambiar el ciclo del motor puede tener un efecto no deseado sobre la velocidad Mach del avión 12. El controlador 28 puede programarse para priorizar la conveniencia o indeseabilidad de efectos como estos y puede determinar qué componente móvil se debe mover basándose en qué movimiento tendrá el efecto menos indeseable.

Una vez que el controlador 28 ha determinado qué componente móvil se debe mover, el controlador 28 está configurado para transmitir una instrucción al controlador primario asociado con ese componente. En un ejemplo en el que el controlador 28 ha determinado que el componente móvil 18 debe moverse y además ha determinado en qué extensión debe moverse, el controlador 28 está configurado para enviar una instrucción al controlador primario 22 para mover el componente móvil 18 de la manera y la extensión, determinadas por el controlador 28.

En algunas realizaciones, el controlador primario 22 cumplirá la instrucción proporcionada por el controlador 28 y ordenará al componente móvil 18 que se mueva de la manera determinada por el controlador 28. En otras realizaciones, el controlador primario 22 se configurará para evaluar la orden proporcionada por el controlador 28 para compatibilidad con restricciones y limitaciones que rigen el control que ejerce el controlador primario 22 sobre el componente móvil 18. Si se determina que la orden es compatible con las restricciones y limitaciones programadas en el controlador primario 22, entonces el controlador primario 22 enviará la orden al componente móvil 18. Sin embargo, en los casos en que el movimiento ordenado por el controlador 28 no es compatible con las restricciones y limitaciones programadas en el controlador primario 22, el controlador primario 22 no cumplirá la orden. En los casos en que la orden solo es parcialmente compatible con las restricciones y limitaciones programadas en el controlador primario 22, el controlador primario 22 modificará la orden para proporcionar cumplimiento parcial. En los casos en que el controlador primario 22 cumple totalmente la orden, el controlador primario 22 puede configurarse para enviar un mensaje al controlador 28 comunicando su cumplimiento con la orden. En los casos en que el controlador primario 22 determina que el cumplimiento de la orden no es apropiado, el controlador primario 22 puede configurarse para ignorar la orden y comunicar su rechazo de la orden al controlador 28. De manera similar, en los casos en que el controlador primario 22 determina que solo el cumplimiento parcial de la orden es apropiado, el controlador primario 22 puede comunicar su cumplimiento parcial al controlador 28.

Después de que el controlador 28 haya proporcionado la orden al controlador primario 22, el controlador 28 continuará monitorizando el campo de presión alrededor del avión 12 y lo comparará con el campo de presión anticipado. Si la desviación entre el campo de presión y el campo de presión anticipado se disipa, entonces no será necesaria ninguna otra acción por parte del controlador 28. En los casos en que la desviación no disminuye o no disminuye lo suficiente, o en el caso en que el controlador 28 recibe una comunicación del controlador primario 22 indicativa de incumplimiento o de cumplimiento solo parcial, el controlador 28 puede configurarse para realizar un análisis adicional para determinar si son apropiadas medidas correctivas alternativas o adicionales. En algunos casos, cuando la desviación no disminuye lo suficiente, el controlador 28 puede modificar la orden original para obtener un mayor movimiento del componente móvil 18. En otros casos, el controlador 28 puede determinar que el movimiento del componente móvil 20 puede ser necesario. En otros casos, tal como cuando el controlador 28 recibe una comunicación del controlador primario 22 de que no se cumplirá la orden o que solo se proporcionará un cumplimiento parcial, entonces el controlador 28 puede proporcionar una orden al controlador primario 24 en busca de movimiento del componente móvil 20. El controlador primario 24 puede configurarse para cumplir la orden o para participar en un análisis para determinar si la orden es compatible con las restricciones y limitaciones programadas en el controlador primario 24. Después de participar en el análisis, el controlador primario 24 puede cumplir completamente la orden emitida por el controlador 28 o puede cumplir parcialmente la orden o puede rechazar la orden por completo. El controlador primario 24 puede configurarse adicionalmente para enviar un mensaje al controlador 28 indicativo de su cumplimiento total, cumplimiento parcial o incumplimiento, según corresponda.

Después de emitir la orden, el controlador 28 controlará adicionalmente el campo de presión para determinar si la desviación se disipa o disminuye suficientemente. Si es así, entonces el controlador 28 no emprenderá ninguna otra acción más que continuar su monitorización del campo de presión. Si la desviación no se disipa, el análisis descrito anteriormente se repetirá y el controlador 28 determinará cómo y si emprender acciones para reducir la desviación. En algunas realizaciones, el sistema 10 puede realizar automáticamente el muestreo, el análisis, la determinación, la emisión de órdenes, el cumplimiento de las órdenes y la monitorización adicional del campo de presión alrededor del avión 12 descritos anteriormente, sin la intervención, participación y/o conciencia de la tripulación.

Las figuras 2-6 representan el avión 12 equipado con el sistema 10 (véase la figura 1) durante las operaciones de vuelo y representan adicionalmente las etapas de monitorizar un campo de presión 36 alrededor del avión 12, determinar la existencia de una desviación entre el campo de presión 36 y el campo de presión anticipado, y las medidas correctivas implementadas por el sistema 10. En las realizaciones ilustradas en las figuras 2-6, el campo de presión 36 se ha ilustrado mediante el uso de múltiples flechas de doble punta situadas alrededor del avión 12.

Con respecto a la figura 2, el avión 12 está equipado con un sistema de propulsión 38 que comprende un motor de turbina de gas (no mostrado), una admisión 40 y una boquilla 42. La admisión 40 incluye una superficie de compresión extensible 44 configurada para movimiento entre una posición retraída y una posición extendida. La superficie de compresión extensible 44 se ilustra en la figura 2 en su posición retraída.

5 El avión 12 incluye además una pluralidad de sensores de presión 16 para detectar y medir el campo de presión 36. En la realización ilustrada, el avión 12 está configurado con un gran número de sensores de presión 16 dispuestos en un patrón sustancialmente equidistante a lo largo de sustancialmente una longitud completa del exterior del avión 12. Para facilitar la ilustración, solo se ha identificado una pequeña porción de los sensores de presión con el número de referencia 16. En otras realizaciones, los sensores de presión 16 pueden estar dispuestos de cualquier  
10 otra manera adecuada. Por ejemplo, en otras realizaciones, los sensores de presión 16 pueden concentrarse en áreas donde se sabe que se produce la interacción entre el sistema de propulsión 38 y el campo de presión 36. En otras realizaciones más, los sensores de presión 16 pueden estar dispuestos solo en áreas donde se sabe que existe interacción entre el sistema de propulsión y el campo de presión.

15 En la realización ilustrada en la figura 2, varios sensores de presión 16 se ha rodeado con un círculo y se han identificado con letras de referencia. Estos sensores de presión 16 se han dispuesto en lugares donde se anticipa una interacción adversa entre el sistema de propulsión 38 y el campo de presión 36. Por ejemplo, los sensores de presión 16 identificados con la letra de referencia A están dispuestos en una región próxima a la admisión 40. Los sensores de presión 16 identificados con la letra de referencia B están dispuestos en una región donde se espera que un choque formado por el borde de la cubierta de la góndola del sistema de propulsión se cruce con la superficie  
20 del avión 12. Los sensores de presión 16 identificados con la letra de referencia C están dispuestos en una boquilla próxima a la región 42. Dispuesto de esta manera, se detectará cualquier cambio sustancial en la presión de un sensor de presión 16 a otro sensor de presión 16 del sistema de propulsión próximo 38.

25 Con referencia continua a las figuras 1-2, la figura 3 representa una condición en la que se ha formado un gradiente de presión pronunciado cerca de la admisión 40. El gradiente de presión pronunciada se representa mediante el uso de flechas alargadas de doble punta 46, 48 y 50, que son representativas de la presión estática elevada detectada por los sensores de presión 16 en las inmediaciones de la admisión 40. El controlador 28 recibirá información indicativa de este gradiente de presión pronunciado desde los sensores de presión 16 en la región identificada con la letra de referencia A ilustrada en la figura 2. En la realización ilustrada, el controlador 28 determinará que este gradiente de presión pronunciado es inconsistente con el gradiente de presión de un campo de presión anticipado  
30 asociado con la velocidad Mach actual, las condiciones atmosféricas predominantes y las condiciones operativas actuales del avión 12. El controlador 28 puede realizar esta determinación accediendo al archivo 30 almacenado en la unidad electrónica de almacenamiento de datos 26. En algunas realizaciones, el controlador 28 puede evaluar si la inconsistencia entre el gradiente de presión detectado y el gradiente de presión anticipado excede un umbral predeterminado para determinar si se necesitan medidas correctivas. El controlador 28 puede realizar esta determinación accediendo al archivo 34 almacenado en la unidad electrónica de almacenamiento de datos 26. En la  
35 realización ilustrada, el controlador 28 determina que se necesitan medidas correctivas.

40 Con respecto a la figura 4, y con referencia continua a las figuras 1-3, el controlador 28 ha enviado una orden al controlador primario asociado con la superficie de compresión extensible 44, indicando al controlador primario que extienda la superficie de compresión extensible 44 en una cantidad determinada por el controlador 28 como necesaria para compensar el gradiente de presión pronunciado. El controlador 28 puede haber determinado qué componente móvil mover y la cantidad de movimiento necesaria para disminuir la desviación entre el campo de presión y el campo de presión anticipado accediendo al archivo 32 en la unidad electrónica de almacenamiento de datos 26. En el escenario ilustrado en la figura 4, el controlador primario asociado con la superficie de compresión extensible 44 ha determinado que la orden dada por el controlador 28 es compatible con las limitaciones y  
45 restricciones que rigen el controlador primario y ha enviado la orden de moverse a la superficie de compresión extensible 44. Como resultado, la superficie de compresión extensible 44 se ha movido en la dirección indicada por la flecha 52 a una posición extendida. Debido a este movimiento de la superficie de compresión extensible 44, el gradiente de presión pronunciado detectado en la figura 3 ha disminuido como se indica por la disminución de las flechas 46, 48 y 50 en la figura 4. Como resultado, la desviación entre el campo de presión 36 y el campo de presión anticipado ha disminuido y el campo de presión 36 ha vuelto a un campo de presión que no dará lugar a un estampido sónico que excederá las restricciones aplicables.  
50

55 Un escenario alternativo se ilustra en las figuras 5 y 6. Con referencia continua a las figuras 1-4, en la figura 5, la superficie de compresión extensible 44 se ha movido a la posición extendida ilustrada en la figura 4, pero el gradiente de presión pronunciado ilustrado por las flechas 46, 48 y 50 no ha disminuido a un nivel aceptable. A través de la monitorización continua del campo de presión 36, el controlador 28 detecta la existencia continua de un gradiente de presión pronunciado y determina que se necesita una acción adicional.

60 En la figura 6, el controlador 28 determina que una acción apropiada para reducir aún más el gradiente de presión pronunciado sería mover el alerón 54. El controlador 28 puede haber realizado esta determinación accediendo al archivo 32 en la unidad electrónica de almacenamiento de datos 26. El controlador 28 envía una orden al controlador primario asociado con el alerón 54 solicitando que el alerón 54 se desvíe en dirección descendente a un ángulo

específico.

5 En el escenario ilustrado en la figura 6, el controlador primario asociado con el alerón 54 ha determinado que la orden dada por el controlador 28 es compatible con las limitaciones y restricciones que rigen el controlador primario y ha enviado la orden de desviación al alerón 54. Como resultado, el alerón 54 se ha desviado hacia abajo de la manera ilustrada en la figura 6. Este movimiento del alerón 54, en combinación con el movimiento de la superficie de compresión extensible 44, hace que el gradiente de presión pronunciado detectado en la figura 5 disminuya como se indica mediante la disminución de las flechas 46, 48 y 50. Como resultado, la desviación entre el campo de presión 36 y el campo de presión anticipado ha disminuido y el campo de presión 36 ha vuelto a un campo de presión que no dará lugar a un estampido sónico que excederá las restricciones aplicables.

10 La figura 7 ilustra una realización no limitante de un método 60 para controlar un campo de presión alrededor de un avión.

15 En la etapa 62, se mide un campo de presión alrededor de un avión usando una pluralidad de sensores de presión. En algunas realizaciones, la pluralidad de sensores de presión pueden estar dispuestos a lo largo de una superficie exterior del avión donde pueden muestrear directamente la corriente no perturbada de aire que fluye sobre la superficie del avión. En otras realizaciones, los sensores de presión pueden estar ubicados dentro del avión y pueden usar medios ópticos para tomar mediciones de presión. Los sensores de presión pueden estar dispuestos de cualquier manera adecuada, incluyendo, pero sin limitarse a, una distribución sustancialmente uniforme a lo largo del fuselaje o una disposición concentrada en regiones del avión que se sabe o que se espera que experimentarán gradientes de presión pronunciados.

20 En la etapa 64, un controlador a bordo del avión recibe información de cada uno de los sensores de presión indicativa de las lecturas de presión tomadas por los sensores de presión.

25 En la etapa 66, el controlador determina cuándo el campo de presión se desvía de un campo de presión deseado basándose, al menos en parte, en la información recibida de la pluralidad de sensores de presión. El controlador también puede utilizar información relacionada con la velocidad Mach del avión, las condiciones atmosféricas predominantes y las condiciones operativas del avión. El controlador también puede usar información almacenada en una unidad electrónica de almacenamiento de datos indicativa de un campo de presión anticipado. En algunas realizaciones del método 60, el controlador también puede determinar si se necesitan medidas correctivas para reducir la desviación.

30 En la etapa 68, el controlador transmite una instrucción a un componente móvil a bordo del avión para que se mueva de una manera específica que se anticipa que causará una reducción en la desviación entre el campo de presión y el campo de presión anticipado. En algunas realizaciones, el controlador puede transmitir la orden a un controlador primario intermedio que está configurado para controlar el movimiento del componente móvil. En algunas realizaciones, puede producirse una monitorización adicional por parte del controlador seguida de la transmisión de órdenes adicionales para mover más el componente móvil o mover otros componentes móviles a bordo del avión.  
35 Esta etapa puede repetirse hasta que la desviación disminuya por completo o disminuya a un nivel por debajo de un umbral predeterminado.

40 Aunque se ha presentado al menos una realización ejemplar en la descripción detallada anterior de la divulgación, debe apreciarse que existen una gran cantidad de variaciones. También debe apreciarse que la realización ejemplar o las realizaciones ejemplares son solo ejemplos, y no pretenden limitar el alcance, la aplicabilidad o la configuración de la invención de ninguna manera. Más bien, la descripción detallada anterior proporcionará a los expertos en la materia una hoja de ruta conveniente para implementar una realización ejemplar de la invención. Se entiende que se pueden realizar diversos cambios en la función y disposición de los elementos descritos en una realización ejemplar sin apartarse del alcance de la divulgación como se establece en las reivindicaciones adjuntas.

45

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (10) para controlar un campo de presión alrededor de un avión (12) en vuelo, comprendiendo el sistema:
- 5 una pluralidad (14) de sensores de presión (16) posicionables en diversos lugares del avión para estar situados para medir la presión del aire en las inmediaciones de porciones correspondientes del exterior del avión; y
- un controlador primario intermedio (22, 24) configurado para controlar un componente móvil (18, 20) que está dispuesto en una posición que altera el campo de presión cuando el componente móvil se mueve mientras el avión está en vuelo;
- 10 y un controlador (28) acoplado comunicativamente con la pluralidad de sensores de presión, el controlador configurado:
- para recibir información de cada sensor de presión indicativa de una presión de aire respectiva, para calcular un campo de presión a lo largo de la superficie externa del avión basándose en la información,
- 15 para determinar cuándo el campo de presión se desvía de un campo de presión deseado basándose en la información,
- y para transmitir una instrucción al componente móvil a bordo del avión que hará que el componente móvil se mueva de una manera que reduzca la desviación a través del controlador primario intermedio,
- en el que el controlador primario intermedio está configurado para evaluar la instrucción proporcionada por el controlador para compatibilidad con restricciones y limitaciones que rigen un control del controlador primario intermedio sobre el componente móvil y,
- 20 en el que el controlador primario intermedio está configurado además para no cumplir la instrucción transmitida por el controlador en casos donde la instrucción no es compatible con restricciones y limitaciones programadas en el controlador primario intermedio.
- 25 2. El sistema de la reivindicación 1, en el que el campo de presión se desvía del campo de presión deseado cuando un gradiente de presión del campo de presión excede un gradiente de presión del campo de presión deseado.
- 30 3. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada sensor de presión de la pluralidad de sensores de presión está posicionado para medir una presión de aire respectiva próxima a una porción respectiva de una superficie externa del avión próxima a un sistema de propulsión del avión;
- en el que el sistema comprende además un primer componente móvil montado en el avión y dispuesto en una posición que altera el campo de presión cuando el primer componente móvil se mueve mientras el avión está en vuelo; y
- 35 en el que el controlador está configurado además para detectar una desviación entre el campo de presión y un campo de presión anticipado causado por el sistema de propulsión del avión, y para enviar una primera instrucción al primer componente móvil para que se mueva de una manera que disminuya la desviación cuando la desviación es detectada.
- 40 4. El sistema de la reivindicación 3, en el que la pluralidad de sensores de presión están dispuestos en la superficie externa del avión.
5. El sistema de la reivindicación 3 o 4, en el que el primer componente móvil comprende una superficie de control de vuelo.
- 45 6. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en el que el primer componente móvil comprende un componente del sistema de propulsión.

7. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, en el que el controlador envía la primera instrucción al controlador primario.
- 5 8. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7, en el que detectar la desviación comprende comparar un gradiente de presión del campo de presión con un gradiente de presión correspondiente del campo de presión anticipado.
- 10 9. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 8, en el que el controlador está configurado además para enviar la primera instrucción cuando la desviación excede una desviación predeterminada.
- 15 10. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 9, que comprende además un segundo componente móvil montado en el avión y dispuesto en una segunda posición que altera el campo de presión cuando el segundo componente móvil se mueve mientras el avión está en vuelo,  
en el que el controlador está conectado comunicativamente con el segundo componente móvil y está configurado además para enviar una segunda instrucción al segundo componente móvil para que se mueva de una manera que disminuya la desviación cuando la desviación es detectada.
- 20 11. El sistema de la reivindicación 10, en el que el controlador está configurado además para enviar la segunda instrucción cuando el movimiento del primer componente móvil no logra disminuir la desviación en una cantidad predeterminada; y/o  
en el que el controlador está configurado además para enviar la segunda instrucción cuando el primer componente móvil no se mueve en respuesta a la primera instrucción.
- 25 12. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 11, en el que al menos un sensor de presión de la pluralidad de sensores de presión está posicionado para medir la presión de aire respectiva próxima a una admisión del sistema de propulsión y/o próxima a una boquilla del sistema de propulsión y/o próxima a una porción de la superficie externa donde un choque generado por una estructura del avión intercepta la superficie externa.
- 30 13. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 12, que comprende además una unidad electrónica de almacenamiento de datos acoplada comunicativamente con el controlador y configurada para almacenar información indicativa de una pluralidad de campos de presión anticipados,  
en el que el controlador está configurado para recuperar la información de la unidad electrónica de almacenamiento de datos y para usar la información para detectar la desviación entre el campo de presión y el campo de presión anticipado.
- 35 14. Un método para controlar un campo de presión alrededor de un avión (12) en vuelo, comprendiendo el método:  
medir el campo de presión con una pluralidad (14) de sensores de presión de aire (16) posicionados en diversos lugares del avión y situados para medir la presión en las inmediaciones de porciones correspondientes del exterior del avión;  
recibir, en un controlador (28), información de la pluralidad de sensores de presión indicativa del campo de presión;  
45 calcular, con el controlador, un campo de presión a lo largo de la superficie externa del avión basándose en la información de la pluralidad de sensores de presión,  
determinar, con el controlador, cuándo el campo de presión se desvía de un campo de presión deseado basándose, al menos en parte, en la información de la pluralidad de sensores de presión; y transmitir, con el controlador, una instrucción a un componente móvil (18, 20) que está dispuesto a bordo del avión en una

5 posición que altera el campo de presión cuando el componente móvil se mueve mientras el avión está en vuelo, instrucción que hará que el componente móvil se mueva de una manera que reduzca la desviación a través de un controlador primario intermedio (22, 24), controlar el componente móvil con el controlador primario intermedio y, evaluar, mediante el controlador primario intermedio, la instrucción proporcionada por el controlador para compatibilidad con restricciones y limitaciones que rigen un control del controlador primario sobre el componente móvil,

10 en el que el controlador primario intermedio está configurado para no cumplir la instrucción transmitida por el controlador en casos donde la instrucción no es compatible con las restricciones y limitaciones programadas en el controlador primario.

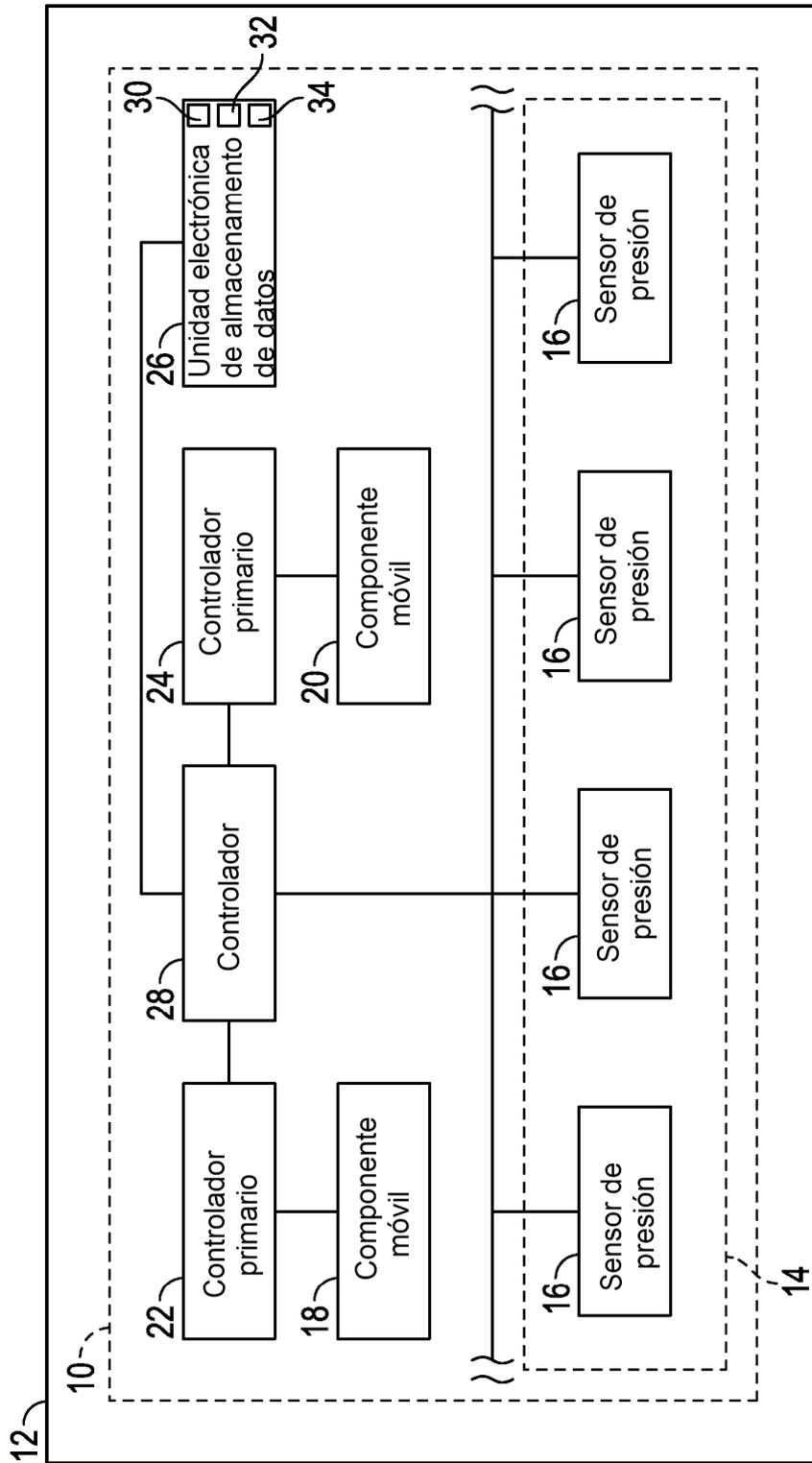


FIG. 1

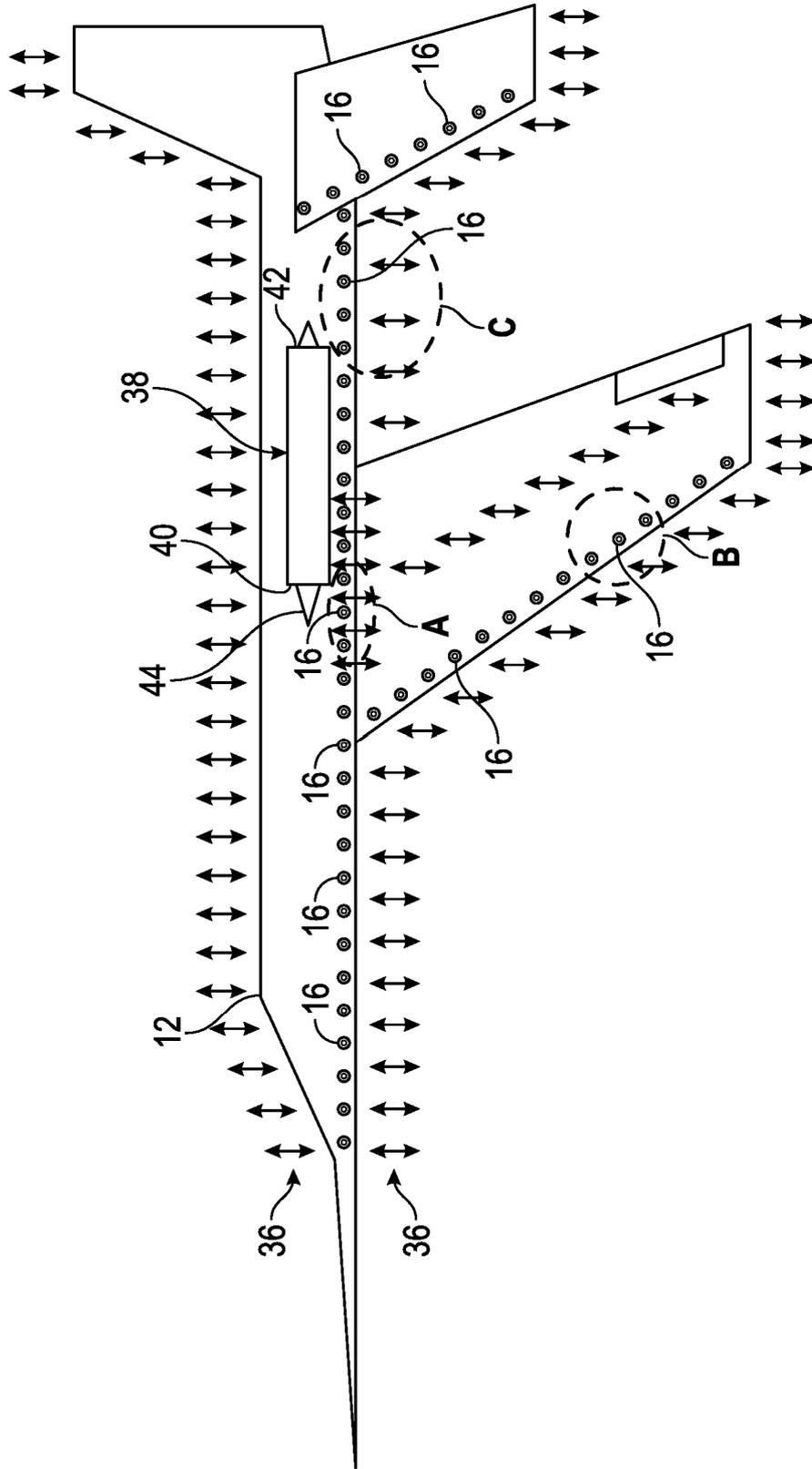


FIG. 2

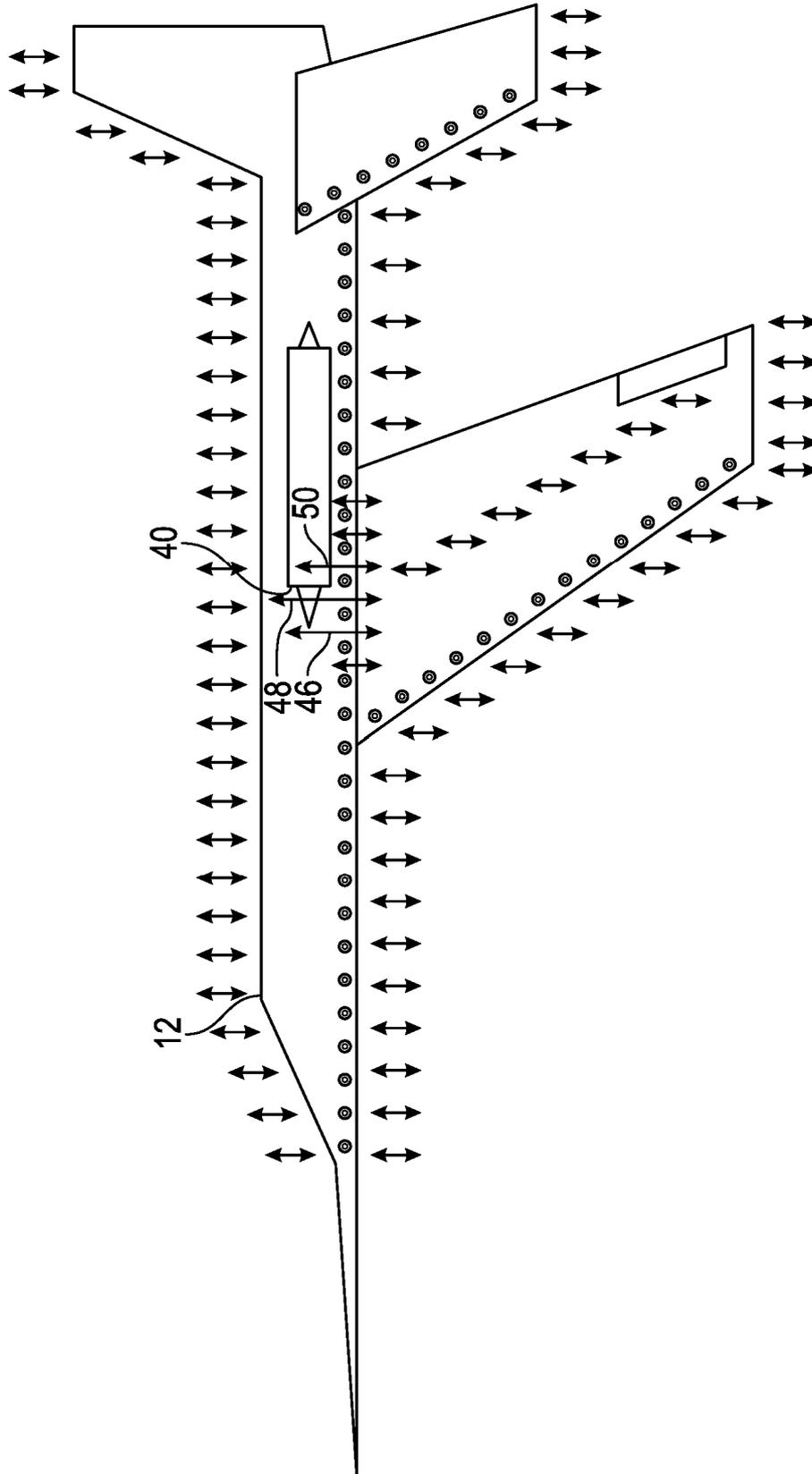


FIG. 3

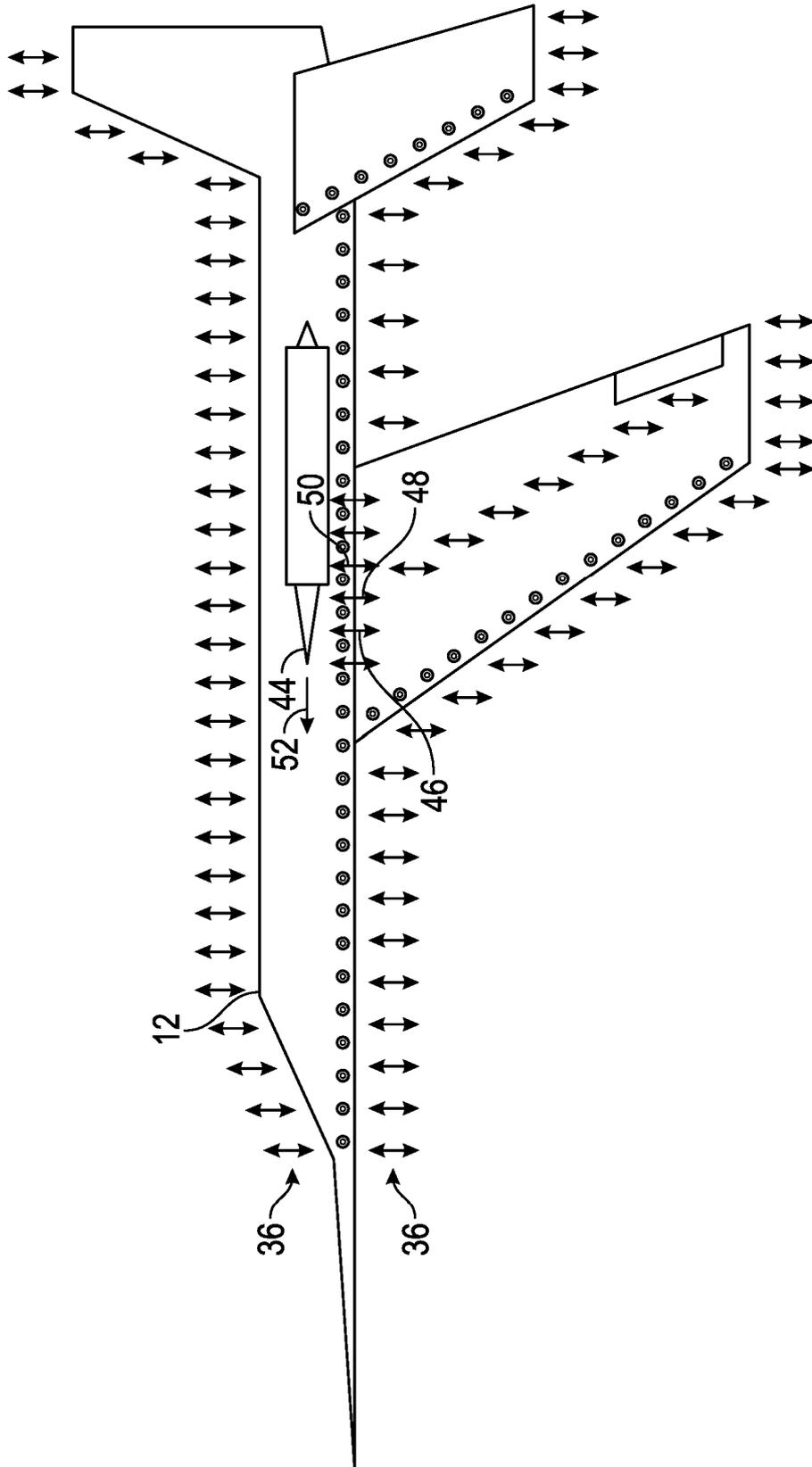


FIG. 4

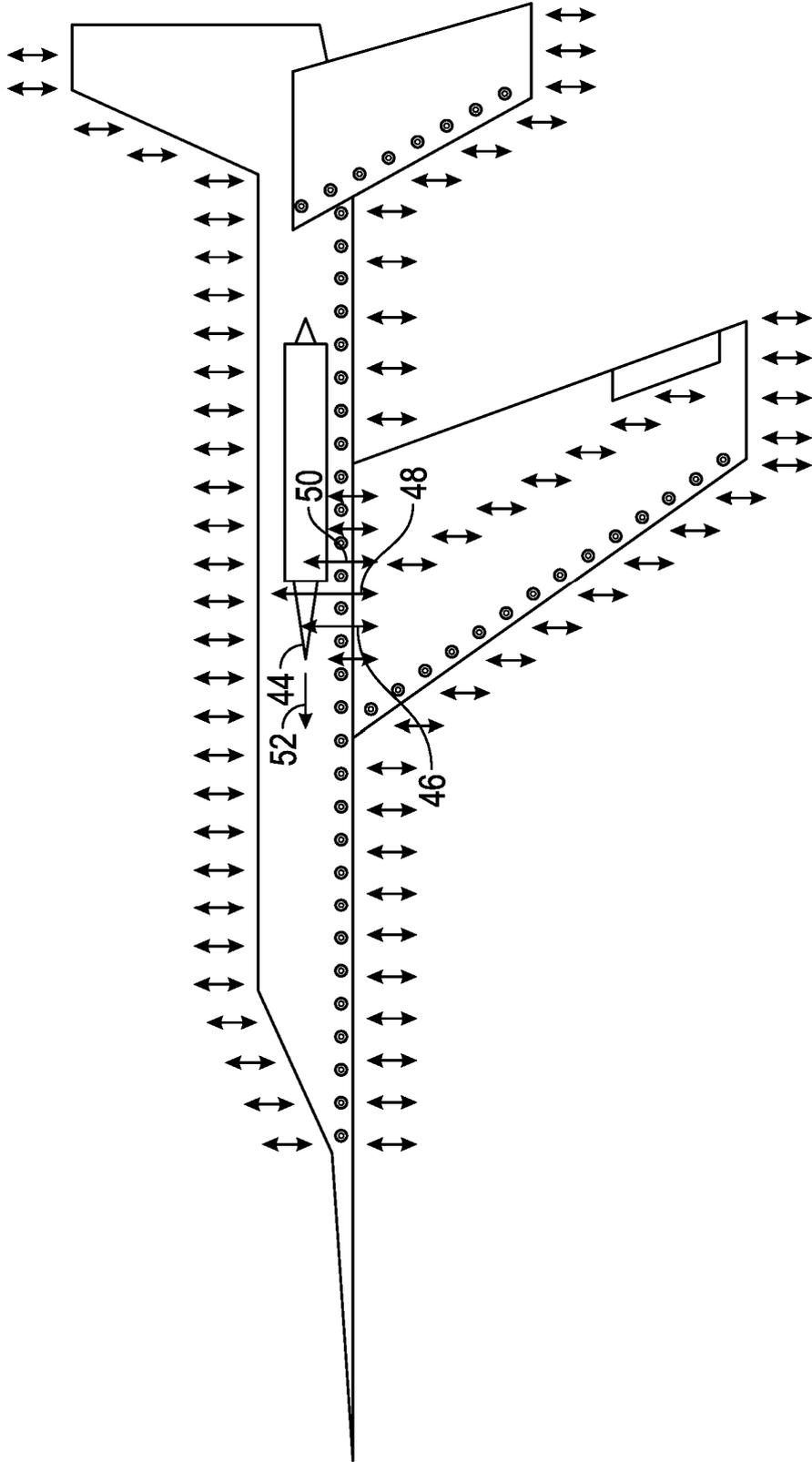


FIG. 5

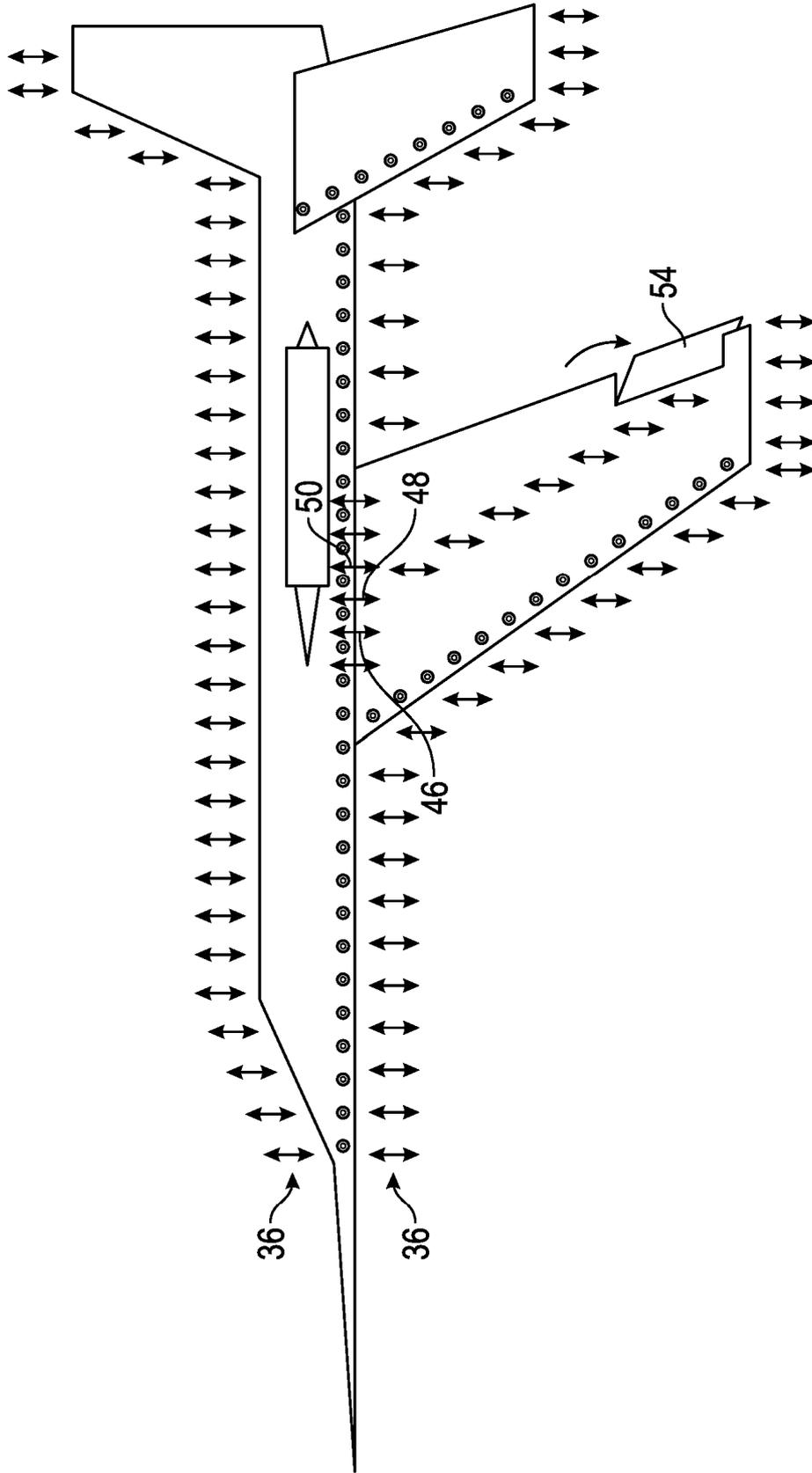
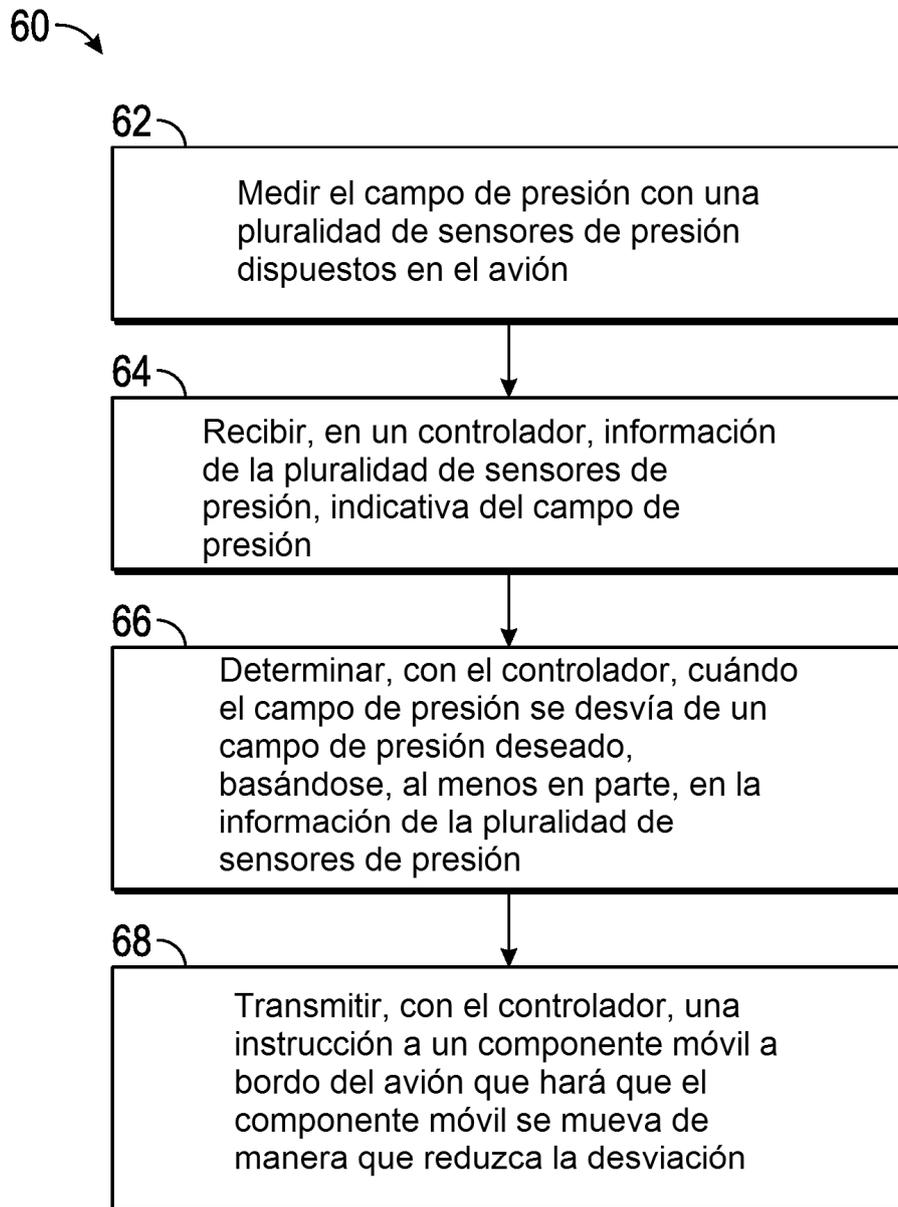


FIG. 6



**FIG. 7**