

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 540 935**

51 Int. Cl.:

B64F 5/00 (2006.01)

G01M 1/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.07.2012** **E 12382293 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.04.2015** **EP 2687445**

54 Título: **Medición de las propiedades inerciales de una superficie de control movable**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.07.2015

73 Titular/es:

AIRBUS OPERATIONS S.L. (100.0%)
Avda. John Lennon s/n
28906 Getafe, Madrid, ES

72 Inventor/es:

ALONSO GAGO, JUSTO y
VALERA RODRÍGUEZ, PEDRO

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 540 935 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

Medición de las propiedades inerciales de una superficie de control movable

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un método para medir las propiedades inerciales (momento estático, momento de rozamiento y momento de inercia) de una superficie de control movable. La invención además se refiere a una disposición mecánica para el funcionamiento del método citado.

Antecedentes de la invención

10 Las superficies de control movibles de aeronaves, tales como los elevadores de aeronaves, tienen que ser a veces, en determinadas circunstancias, probados para determinar si cumplen o no con ciertos criterios de aceptación. Actualmente, el método práctico utilizado para determinar la aceptación de una superficie de control movable es la medición de su masa y de su centro de gravedad, estos dos componentes permiten el cálculo de su momento estático, de tal manera que este impulso estático permanece dentro de un cierto rango.

15 Las superficies de control movibles de aeronaves varían ligeramente su masa, después de un período de funcionamiento, por la ingestión de agua o por cualesquiera otros asuntos, o inmediatamente después de que una unidad dañada haya sido reparada, ya que estas reparaciones a menudo necesitan parches adicionales. Por esta razón, el control de la masa debe ser monitorizado en el tiempo, de modo que las propiedades inerciales de la superficie de control movable permanezcan bajo los límites aceptables, ya que cualquier desviación podría afectar el comportamiento dinámico de la aeronave. Por consiguiente, el control de las propiedades inerciales de la superficie de control movable es esencial.

20 Sin embargo, para los procesos conocidos de medición de la masa y el centro de gravedad de la superficie de control movable, la unidad afectada tiene que ser retirada de la aeronave (véase el documento DE29622132), que es un proceso engorroso que requiere tiempos largos y es costoso y poco práctico, ya que el proceso se realiza con una grúa u otros medios y necesita una báscula colgante en cada uno de los puntos de izado. Para obtener el peso correcto de la superficie de control, debe ser disociada de la estructura de la aeronave de tal manera que, cuando un elevador se mide, por ejemplo, el elevador tiene que ser retirado de su estabilizador y necesita ser levantado con una grúa a través de una eslinga unida a cada uno de los puntos de izado, usando una báscula colgante en cada uno de los puntos de izado conectados a la eslinga. Esta tarea la realizan operadores manualmente, siendo poco práctica, tediosa y altamente costosa.

30 La presente invención propone un método diferente de aceptación para superficies de control movibles de aeronaves.

Sumario de la invención

35 Por el método objeto de la presente invención, la aceptación de una superficie de control movable de aeronave se hace mediante el control de sus propiedades inerciales (momento estático, momento de rozamiento y momento de inercia), de tal manera que estas propiedades inerciales permanecen dentro de un cierto rango. Además, el método de la invención no requiere la retirada de la superficie de control movable de la aeronave.

Los elementos de la aeronave objeto del método descrito en la presente invención son, precisamente, las partes movibles de las superficies de control movibles de aeronave, en lo sucesivo denominadas movibles.

Un primer objeto de la invención es proporcionar un método para la obtención de las propiedades inerciales de un movable.

40 Otro objeto de la invención es proporcionar una disposición mecánica para operar el método anteriormente mencionado.

La principal ventaja del método de la invención es que las propiedades inerciales de los movibles se obtienen sin su retirada de la aeronave, lo que significa que los costes implicados en el método se reducen significativamente en comparación con los procedimientos conocidos en la técnica anterior.

45 La disposición mecánica utilizada en el método de la invención comprende los siguientes elementos:

- una primera parte unida al estabilizador (parte fija de la superficie de control) o al suelo, con el fin de proporcionar un punto de anclaje adecuado;
- una segunda parte unida al movable, esta segunda parte comprende un contrapeso ajustable tanto vertical como horizontalmente, un transductor de movimiento que capta el movimiento

angular del movable y un generador de vibraciones, que induce oscilaciones forzadas en el movable; y

- un elemento elástico, que une la primera parte y la segunda parte en la disposición mecánica.

5 El método de la invención está dirigido hacia la obtención de las propiedades inerciales del movable, comprendiendo el método las siguientes etapas:

- a) incorporación de la segunda parte de la disposición mecánica en el movable, configurando lo que en lo sucesivo se denominará un conjunto movable;
- b) eliminación de las conexiones mecánicas de los actuadores del movable, dejándolo libre para rotar alrededor de su línea de articulación;
- 10 c) equilibrado del conjunto movable de manera que su centro de gravedad se encuentra en su inmediata vecindad de la línea de articulación (equilibrado grosero);
- d) cálculo en una primera aproximación del momento estático del movable;
- e) refinado del momento estático del movable obtenido en d), obteniendo simultáneamente el momento de rozamiento del movable;
- 15 f) realización de un ajuste adicional para fijar la posición de reposo de la superficie de control: para este paso, es necesario que la primera parte de la disposición mecánica, junto con el elemento elástico, se hayan incorporado previamente en la superficie de control;
- g) activación del generador de vibraciones;
- h) adquisición de la onda de respuesta del conjunto movable, así como la salida del generador de vibraciones;
- 20 i) detención del generador vibraciones después de un tiempo suficiente para captar suficiente información para llevar a cabo la etapa j);
- j) cálculo de la frecuencia de resonancia del conjunto movable;
- k) cálculo del momento de inercia del conjunto movable a partir de la frecuencia de resonancia obtenida en j);
- 25 l) sustracción de la contribución al momento de inercia, previamente determinado en un laboratorio, de los componentes de la disposición mecánica incorporada en a) al momento de inercia en k), obteniendo de este modo el momento de inercia del movable.

Otras características deseables y ventajas de esta invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de la invención y las reivindicaciones adjuntas, en relación con los dibujos adjuntos.

Descripción de las figuras

30 Las figuras 1a y 1b muestran esquemáticamente la disposición mecánica para operar el método de medición de las propiedades inerciales de un movable, de acuerdo con la presente invención.

La figura 2 muestra parte de los componentes de la disposición mecánica para operar el método de medición de las propiedades inerciales de un movable, de acuerdo con la presente invención.

35 La figura 3 muestra una posible configuración del elemento elástico en la disposición mecánica para operar el método de medición de las propiedades inerciales de un movable, de acuerdo con la presente invención.

Las figuras 4a y 4b muestran esquemáticamente un método para controlar la masa y el centro de gravedad de un movable, de acuerdo con la técnica anterior, usando una báscula colgante por cada punto de elevación utilizado, una grúa y una eslinga.

40 La figura 5 muestra el contrapeso en la disposición mecánica para operar el método de medición de las propiedades inerciales de un movable, de acuerdo con la presente invención.

La figura 6 muestra un detalle de una posible configuración de un generador de vibraciones que tiene una masa excéntrica rotando alrededor de un eje, en la disposición mecánica para operar el método de medición de las propiedades inerciales de un movable, de acuerdo con la presente invención.

45 La figura 7 representa la posición angular en función del tiempo de un conjunto movable, que es la respuesta cuando la frecuencia de excitación en el método de acuerdo con la invención está sustancialmente lejos de la frecuencia de resonancia del conjunto movable.

La figura 8 representa la posición angular en función del tiempo de un conjunto movable, que es la respuesta cuando la frecuencia de excitación en el método de acuerdo con la invención está sustancialmente cerca de la frecuencia de resonancia del conjunto movable.

5 La figura 9 muestra los principios subyacentes al refinado del momento estático del movable y a la obtención del momento de rozamiento del movable en el método para medir las propiedades inerciales de un movable, de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada de la invención

10 Una vez que el momento estático y el momento de rozamiento de un movable 10 en una superficie de control 1 de aeronave están determinados, el método de la invención analiza la respuesta a las oscilaciones forzadas de dicho movable 10: en las figuras adjuntas, el correspondiente caso de un elevador ha sido representado, donde este movable 10 (elevador) gira en torno a una línea de articulación 2.

La disposición mecánica 20 para operar el procedimiento mencionado anteriormente se representa esquemáticamente en las figuras 1b y 2, y comprende:

- 15 - una primera parte 100 unida al estabilizador, que es la parte fija de la superficie de control 1, o al suelo, con el fin de proporcionar un punto de anclaje adecuado;
- una segunda parte 200 unida al movable 10, de tal manera que esta segunda parte 200 junto con el movable 10 forma lo que se denomina en esta descripción un conjunto movable 40, esta segunda parte 200 comprende un contrapeso ajustable 600 (que se puede ajustar en altura y también en longitud, mediante la actuación sobre un dispositivo de ajuste de altura 601 y sobre un dispositivo de ajuste de longitud 602, respectivamente, como se muestra en la figura 5), un transductor de movimiento 400, que capta el movimiento angular del conjunto movable 40, y un generador de vibraciones 500, que genera oscilaciones forzadas en el conjunto movable 40; y
- 20 - un elemento elástico 300, típicamente un muelle, que une la primera parte 100 y la segunda parte 200 en la disposición mecánica 20.

25 Según la invención, debería ser deseable que el momento de inercia de la disposición mecánica 20 alrededor de la línea de articulación 2 se minimice, en aras de la precisión de los resultados.

Una posible forma de realización del generador de vibraciones 500 se muestra en la figura 6, que comprende una masa excéntrica 800, que gira alrededor de un eje 802, a una distancia de 801. Diferentes realizaciones del generador de vibraciones 500 también son posibles.

30 Ambas partes 100 y 200 están conectadas mecánicamente por medio del elemento elástico 300, típicamente un resorte que tiene una constante elástica conocida y que tiene una posición ajustable por medio de un dispositivo de ajuste 3, como se muestra en la figura 3. El elemento elástico 300 está unido en uno de sus lados a la primera parte 100, y está unido por el otro de sus lados a la segunda parte 200, siendo el elemento elástico 300 desplazable sobre uno de sus lados, por lo tanto permitiendo el ajuste de la posición de reposo de la disposición mecánica 20.

35 Cada elemento de superficie de control 1, típicamente un elevador, tendrá asociado a un elemento elástico 300 específico, típicamente un resorte, que tiene una constante elástica escogida para producir una frecuencia de resonancia adecuada del conjunto movable 40, típicamente 2 Hz. El dispositivo de ajuste 3 permite el ajuste de la disposición mecánica 20 a la posición angular del conjunto movable 40, por lo tanto, fijando la posición cero para llevar a cabo el método de la invención. El conjunto movable 40, después de que el elemento elástico 300 se ha conectado y una vez que el equilibrio se ha alcanzado, constituye un sistema mecánico de segundo orden. Este sistema tiene una frecuencia de resonancia que es una función de la constante elástica del elemento elástico 300 y del momento de inercia del conjunto movable 40. Como la constante elástica del elemento elástico 300 es una función de una frecuencia de resonancia deseable que se ha elegido, la frecuencia de resonancia real es desconocida (a ser determinado), pero será muy cercana a la utilizada para obtener la constante elástica del elemento elástico 300.

Típicamente, la disposición mecánica 20 está también conectada a un ordenador (portátil) y algún equipo eléctrico portátil, con el fin de analizar los datos y llevar a cabo el método de la invención.

50 En aras de claridad, aunque las ejecuciones prácticas conducen a diferentes formas de realización, las figuras adjuntas a la presente descripción muestran los principales conceptos que subyacen en la invención. Sin embargo, las realizaciones prácticas pueden ser diferentes de aquellas representadas en las figuras: por ejemplo, una forma de realización preferida de la disposición mecánica 20 supondría que el generador de vibraciones 500 estuviera situado en el lado izquierdo de la disposición mecánica 20, y estuviera comprendido dentro de la estructura del

contrapeso ajustable 600: el momento de inercia del conjunto movable 40 se reduce, lo que mejora la calidad de la medición.

5 El método propuesto en esta invención permite el ajuste de la frecuencia del generador de vibraciones 500: esta frecuencia aumenta progresivamente (desde un valor menor que el de resonancia), hasta que la deflexión máxima del movable 10 se acerca a los límites admisibles conocidos para la superficie de control 1, lo que indica la proximidad a la frecuencia de resonancia del conjunto movable 40, como se explicará más en detalle.

El método de la invención está por lo tanto dirigido hacia la medición de las propiedades inerciales del movable 10 de una superficie de control 1, siendo este movable 10 típicamente un elevador, el método comprendiendo las siguientes etapas:

- 10 a) incorporación de la segunda parte 200 de la disposición mecánica 20 en la superficie de control 1, configurando así el conjunto movable 40;
- b) eliminación de las conexiones mecánicas de los actuadores del movable 10, dejándolo libre para rotar alrededor de su línea de articulación 2;
- 15 c) equilibrado del conjunto movable 40 de manera que su centro de gravedad 4 se encuentra en su inmediata vecindad de la línea de articulación 2 (equilibrado grosero);
- d) cálculo en una primera aproximación del momento estático grosero del movable 10;
- e) refinado del momento estático grosero del movable 10 obtenido en d), y obtención simultánea del momento de rozamiento del movable 10, que comprende las siguientes etapas:
- 20 i) colocación de una masa conocida a una distancia dada p (véase la figura 9) a la derecha de la línea de articulación 2, añadiendo progresivamente más de dicha masa conocida hasta que el movable 10 supera la banda de rozamiento y comienza a rotar;
- 25 ii) introducción de los datos de la masa total m_d usada en la etapa i) junto con la distancia p en la fórmula (3);
- iii) retirado de la masa total m_d y colocación de una masa conocida a una determinada distancia q (véase la figura 9) a la izquierda de la línea de articulación 2, añadiendo progresivamente más de dicha masa conocida hasta que el movable 10 supera la banda de rozamiento y comienza a rotar en el sentido contrario al sentido de rotación en i);
- 30 iv) introducción de los datos de la masa total m_i usada en la etapa iii) junto con la distancia q en la fórmula (4);
- v) cálculo, usando la fórmula (5), del incremento del momento estático ($\Delta M_{static} = W_{ma.X}$) del movable 10 que corrige el momento estático grosero calculado en la etapa previa e);
- vi) cálculo, utilizando la fórmula (6) siguiente, del momento de rozamiento M_f en la articulación 2;

$$\Delta M_{static} + m_d g p = M_f \quad (3)$$

$$\Delta M_{static} - m_i g q = M_f \quad (4)$$

$$\Delta M_{static} = \frac{m_i g q - m_d g p}{2} \quad (5)$$

$$M_f = \frac{m_d g p + m_i g q}{2} \quad (6)$$

$$\Delta M_{static} = W_{ma} \cdot X \quad (7)$$

- 5 f) realización de un ajuste adicional para fijar la posición de reposo de la superficie de control 1 movable, es decir, los ceros del movimiento oscilante, mediante la realización de un ajuste del dispositivo de ajuste 3 del elemento elástico 300, de tal manera que esta posición es equidistante de los límites que restringen el movimiento máximo (deflexión) del movable 10 en cada uno de los dos lados, siendo necesario que la primera parte 100 de la disposición mecánica 20, junto con el elemento elástico 300, se hayan incorporado previamente en la superficie de control 1;
- g) activación del generador de vibraciones 500;
- 10 h) adquisición de la onda de respuesta (ángulo de posición en función del tiempo) del conjunto movable 40, a una tasa alta, por ejemplo superior a 10000 muestras/segundo, así como la salida del generador de vibraciones 500;
- i) detención del generador de vibraciones 500 después de un tiempo suficiente para obtener dos lóbulos en la onda de respuesta "pulsante" del conjunto movable 40 obtenido en h);
- 15 j) medición de la frecuencia del primer lóbulo (ω_{lobe}), calculando así, junto con la frecuencia de rotación de salida (Ω_{rot}) del generador de vibraciones 500, la frecuencia de resonancia real del conjunto movable 40 (ω_{reson}), utilizando la fórmula (1);

$$(1) \quad \omega_{reson} = 2 \cdot \omega_{lobe} + \Omega_{rot}$$

- k) obtención del momento de inercia del conjunto movable 40 (I_{tot}) de la frecuencia de resonancia (ω_{reson}) en j) de acuerdo con (2);

$$(2) \quad I_{\text{tot}} := \frac{k \cdot a^2}{(\omega_{\text{reson}})^2}$$

- l) sustracción de la contribución al momento de inercia de los componentes de la disposición mecánica 20 incorporada en a) al momento de inercia en k), obteniendo de este modo el momento de inercia del movible 10.

5 En la etapa h), la onda de respuesta (ángulo de posición en función del tiempo) del conjunto movible 40 se adquiere a una tasa alta, por ejemplo superior a 10000 muestras/segundo: de esta respuesta, se obtiene la frecuencia del primer lóbulo ($W_{\text{lóbe}}$) se obtiene. También, en la etapa h), se obtiene la salida del generador de vibraciones 500: a partir de esta respuesta se obtiene la frecuencia de rotación de salida (Ω_{rot}) del generador de vibraciones 500. Preferiblemente, se utiliza un ordenador para adquirir y tratar la onda de respuesta en h) y para calcular la frecuencia del primer lóbulo ($W_{\text{lóbe}}$) y la frecuencia de rotación de salida (Ω_{rot}) del generador de vibraciones 500.

La figura 7 representa la respuesta obtenida en la etapa h), mostrando el ángulo de posición en función del tiempo del conjunto movible 40, cuando la frecuencia de excitación proporcionada por el generador de vibraciones 500 está lejos de la frecuencia de resonancia del conjunto movible 40. Cuando la frecuencia de excitación está muy cerca de la frecuencia de resonancia, el tipo de respuesta es la que se muestra en la figura 8: esta respuesta es adecuada para obtener el momento de inercia del conjunto movible 40 (I_{tot}). El periodo del lóbulo ($W_{\text{lóbe}}$), por lo tanto se puede medir con precisión, e introducirse en la fórmula (1) anterior. El protocolo comienza con una frecuencia de rotación (Ω_{rot}) del generador de vibraciones 500 más baja que la frecuencia de resonancia esperada del conjunto movible 40 (W_{reson}); el proceso se repite entonces con frecuencias de rotación (Ω_{rot}) que son progresivamente mayores; se observan las diferentes representaciones de las respuestas, hasta que la amplitud máxima de lóbulo se aproxima a la deflexión máxima permitida para el movible 10: en esta fase, la frecuencia de rotación (Ω_{rot}) y el periodo del lóbulo ($W_{\text{lóbe}}$) son apropiados para ser introducidos en la fórmula (1), donde se calcula el valor de la frecuencia de resonancia del conjunto movible 40 (W_{reson}).

Además, una ventaja adicional del método de la invención es el cálculo simultáneo del momento de rozamiento del movible 10 al rotar alrededor de la línea de articulación 2, como se cita en la etapa e) anterior. Para el cálculo del momento de rozamiento, la disposición mecánica 20 de la superficie de control 1 se utiliza sin el elemento elástico 300. El centro de gravedad del conjunto movible 40 se alinearía con la línea de articulación 2 si no existiera un momento de rozamiento; como existe un pequeño momento de rozamiento, esta situación no se produce y el centro de gravedad del conjunto movible 40 tiene un pequeño desplazamiento con respecto a la línea de articulación 2.

En una realización preferida de la invención, después de la etapa iv) mencionada anteriormente, el incremento del momento estático (ΔM_{static}) del movible 10 se calcula utilizando la fórmula (5) anterior, como una primera aproximación. Este valor de ΔM_{static} se utiliza para refinar el momento estático del movible 10 (como se cita en la etapa e) anterior): un elemento que tiene una masa calculada de manera que proporciona un momento estático que neutraliza el momento estático del movible 10, este elemento está situado a una cierta distancia de la línea de articulación 2 (hacia el lado derecho o el lado izquierdo de la línea de articulación 2, dependiendo del signo matemático que se obtuvo a partir de la fórmula (5)) se utiliza para llevar a cabo el resto de la etapas del método f) a l). Los signos matemáticos utilizados son tales que el signo positivo corresponde al ascensor, girando en sentido horario.

El concepto de lóbulo utilizado en la descripción de la presente invención se explicará con más detalle ahora. Cuando se excita un sistema mecánico con una frecuencia cercana a su resonancia natural, su respuesta sigue un movimiento angular, en este caso, como el representado en la figura 8. El término lóbulo usado en esta descripción se corresponde a un conjunto de oscilaciones que comienza con el nivel cero del origen de una oscilación de mínima amplitud y termina con el nivel cero del final de la siguiente oscilación de mínima amplitud: por ejemplo, en la figura 8, sólo se está mostrando uno de estos lóbulos.

Aunque la presente invención ha sido descrita en conexión con diversas formas de realización, se apreciará a partir de la especificación que diversas combinaciones de elementos, variaciones o mejoras en ella se pueden hacer, y están dentro del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Método para la obtención de las propiedades inerciales de una superficie de control movable (10) de una superficie de control (1) de una aeronave, dicha superficie de control movable (10) rotando alrededor de una línea de articulación (2) en la superficie de control (1) de la aeronave y que está mecánicamente conectada a actuadores, que comprende las siguientes etapas:
- 5
- a) eliminación de las conexiones mecánicas de los actuadores de la superficie de control movable (10), dejándola libre para rotar alrededor de su línea de articulación (2), adicionalmente equilibrando la superficie de control movable (10) y cálculo en una primera aproximación de su momento estático grosero;
 - 10 b) refinado del momento estático de la superficie de control movable (10) obtenido en a), y obtención simultánea de su momento de rozamiento;
 - c) incorporación de un elemento elástico (300) en la superficie de control (1), configurando un sistema mecánico de segundo orden;
 - 15 d) inducción de oscilaciones forzadas en la superficie de control movable (10) a una cierta frecuencia, incrementándose esta frecuencia hasta que se encuentra sensiblemente cerca de la frecuencia de resonancia de la superficie de control movable (10);
 - e) cálculo, a partir de la onda de respuesta en d), del momento de inercia de la superficie de control movable (10).
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que las oscilaciones forzadas inducidas en d) se producen a un frecuencia de alrededor de 2 Hz.
- 20
3. Método de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 1-2, caracterizado por que las fuerzas de oscilación inducidas en d) son tales que proporcionan una onda de respuesta de la superficie de control movable (10) a una tasa alta, superior a 10000 muestras/segundo.
4. Método de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 1-3, caracterizado porque el refinado del momento estático de la superficie de control movable (10) en la etapa b) que permite obtener simultáneamente su momento de rozamiento, comprende las siguientes etapas:
- 25
- i) colocación de una masa conocida a una determinada distancia a la derecha de la línea de articulación (2), añadiendo progresivamente más de dicha masa conocida hasta que la superficie de control movable (10) supera la banda de rozamiento y comienza a rotar, con un valor de la masa total de md;
 - 30 ii) retirado de la masa total md y colocación de una masa conocida a la izquierda de la línea de articulación (2), añadiendo progresivamente más de dicha masa conocida hasta que la superficie de control movable (10) supera la banda de rozamiento y comienza a rotar en el sentido contrario a la rotación en i), con un valor de la masa total de mi;
 - 35 iii) cálculo del incremento del momento estático de la superficie de control movable (10) que corrige el momento estático calculado en la etapa b); cálculo del momento de rozamiento en la línea de articulación (2).
5. Disposición mecánica (20) para una superficie de control (1) de una aeronave, caracterizada por:
- una primera parte (100) configurada para su unión a un estabilizador de la superficie de control (10) de la aeronave, o al suelo, con el fin de proporcionar un punto de anclaje adecuado;
 - 40 - una segunda parte (200) configurada para su unión a una superficie de control movable (10) de la superficie de control (1) de la aeronave, para configurar un conjunto movable (40), esta segunda parte (200) comprendiendo un contrapeso ajustable (600), un transductor de movimiento (400) para capturar el movimiento angular de la superficie de control movable (10) y un generador de vibraciones (500) para la inducción de oscilaciones forzadas en la superficie de control movable (10); y
 - 45 - un elemento elástico (300), que une la primera parte (100) y la segunda parte (200).
6. Disposición mecánica (20) de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por que el elemento elástico (300) tiene una constante elástica con un valor tal que produce una frecuencia de resonancia deseable del conjunto movable (40).
- 50

ES 2 540 935 T3

7. Disposición mecánica (20) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5-6, caracterizado por que la frecuencia de resonancia del conjunto movable (40) es alrededor de 2 Hz.

5 8. Disposición mecánica (20) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5-7, caracterizado por que el elemento elástico (300) está unido en uno de sus lados a la primera parte (100) y está unido por el otro de sus lados a la segunda parte (200), siendo el elemento elástico (300) desplazable en uno de sus lados, de tal manera que permite el ajuste de la posición de reposo de la disposición mecánica (20).

9. Disposición mecánica (20) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5-8, caracterizado por que el generador de vibraciones (500) está comprendido dentro de la estructura del contrapeso ajustable (600).

10 10. Elevador de aeronave que comprende una disposición mecánica (20) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5-9.

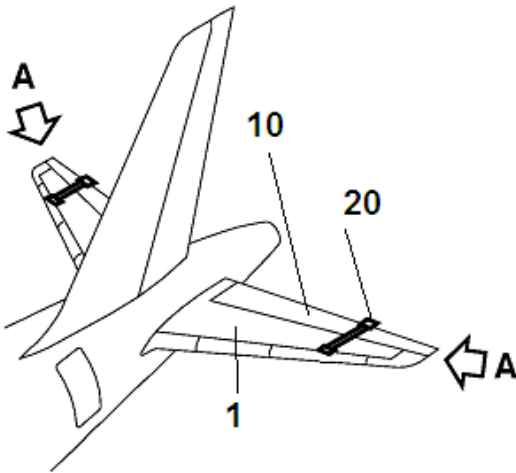


FIG. 1a

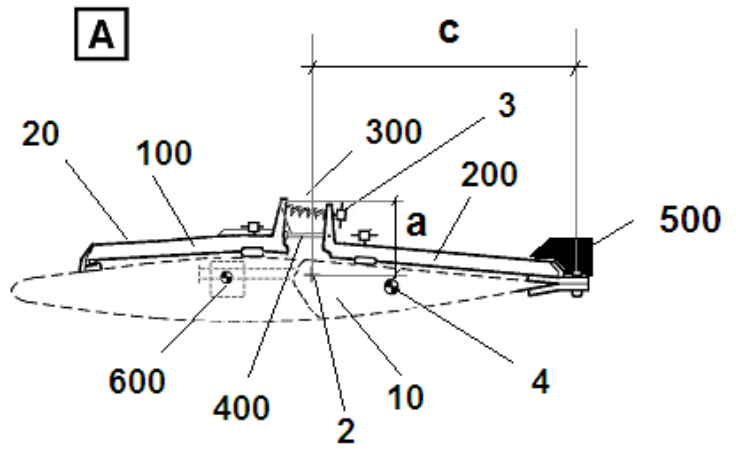


FIG. 1b

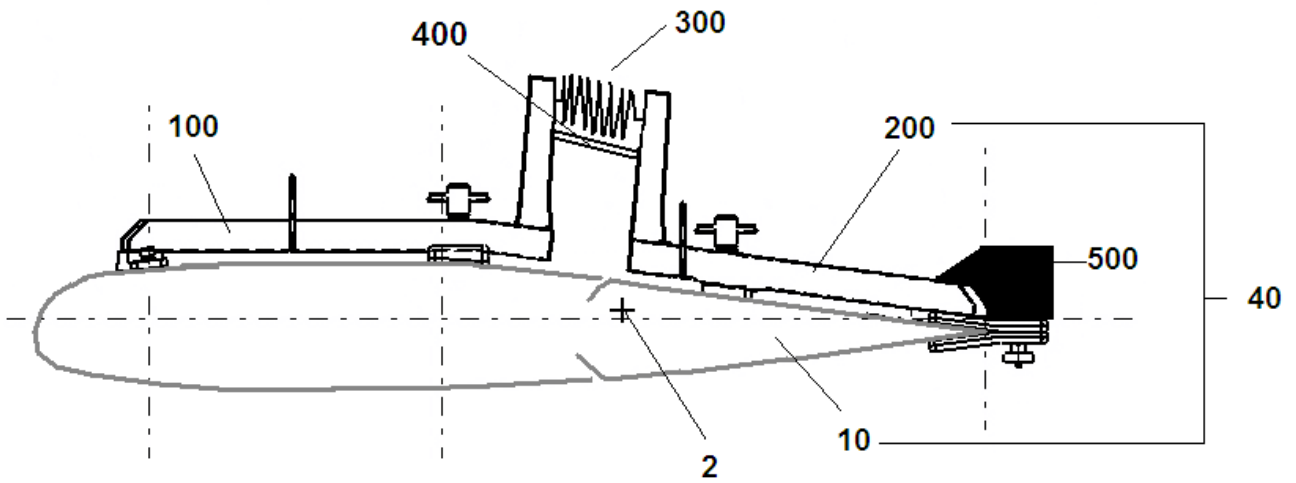


FIG. 2

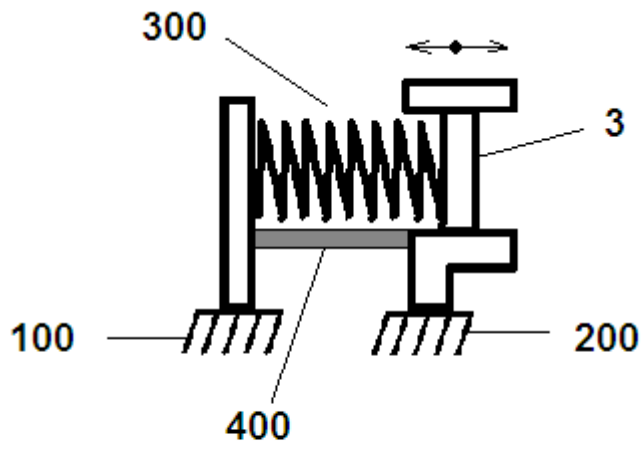


FIG. 3

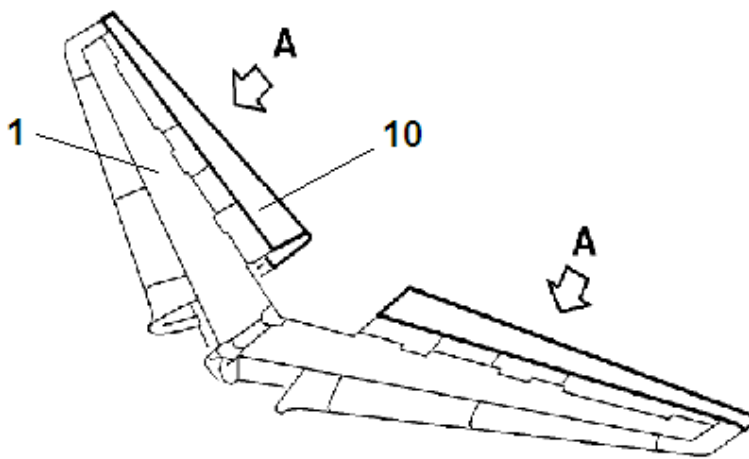


FIG. 4a
Técnica anterior



FIG. 4b

Técnica anterior

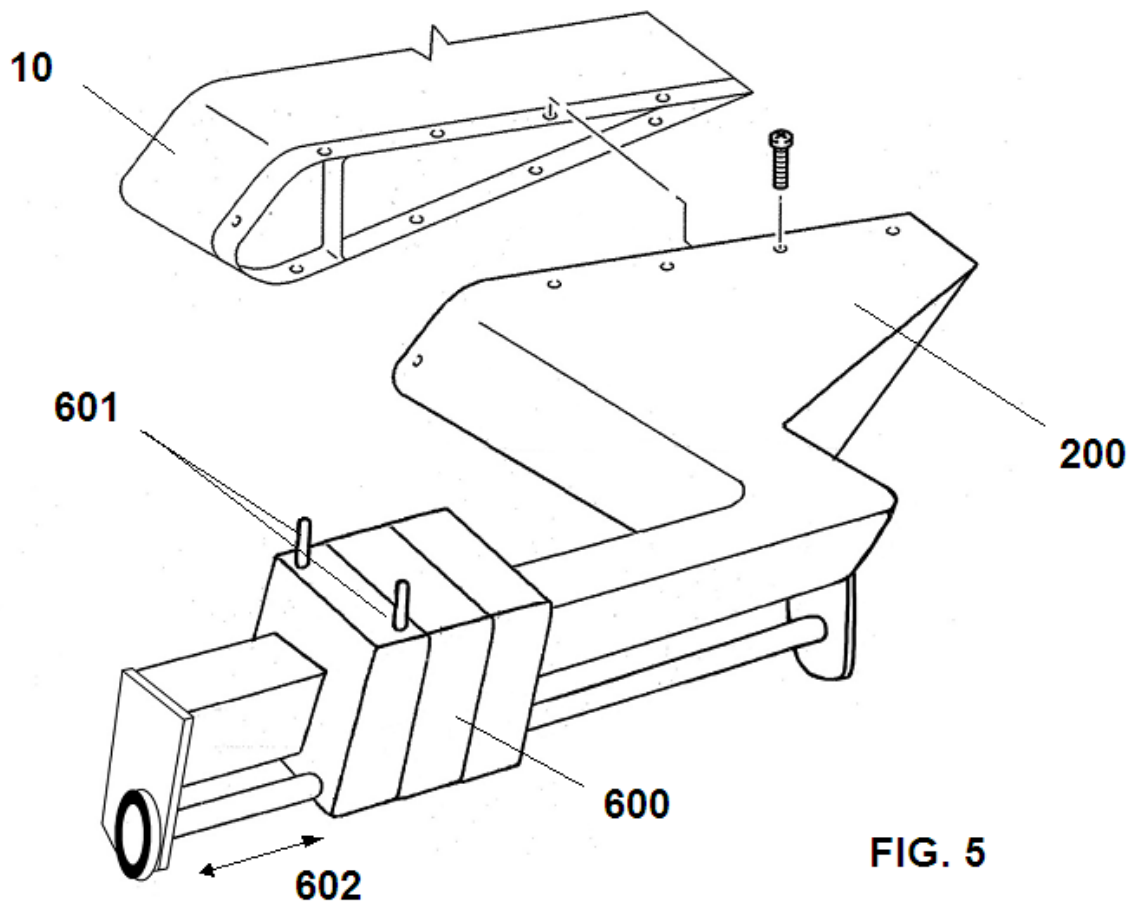


FIG. 5

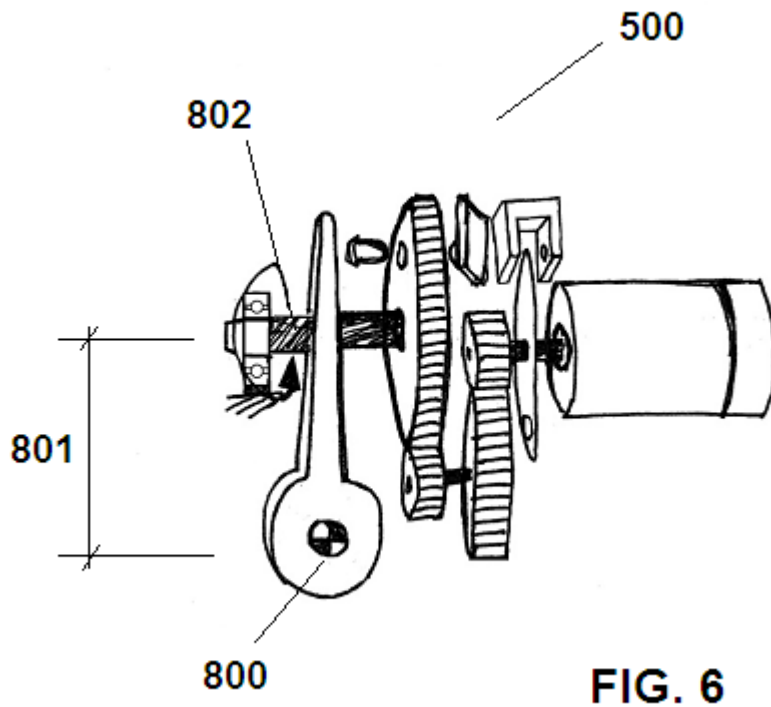


FIG. 6

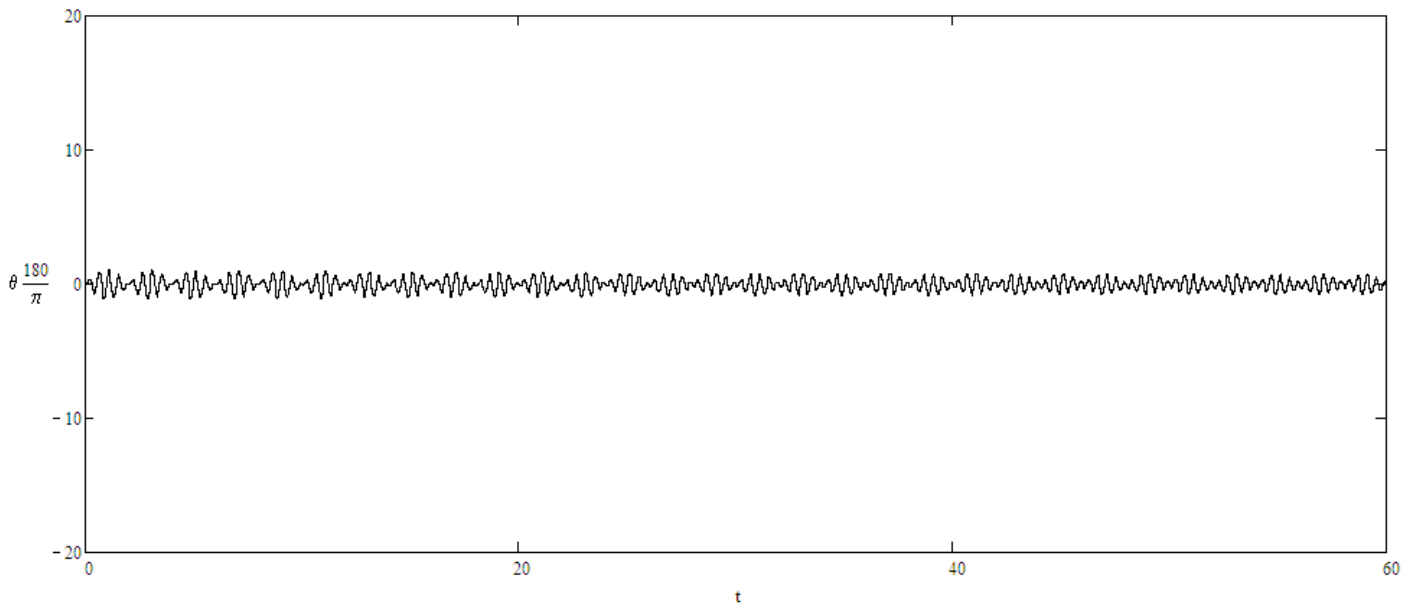


FIG. 7

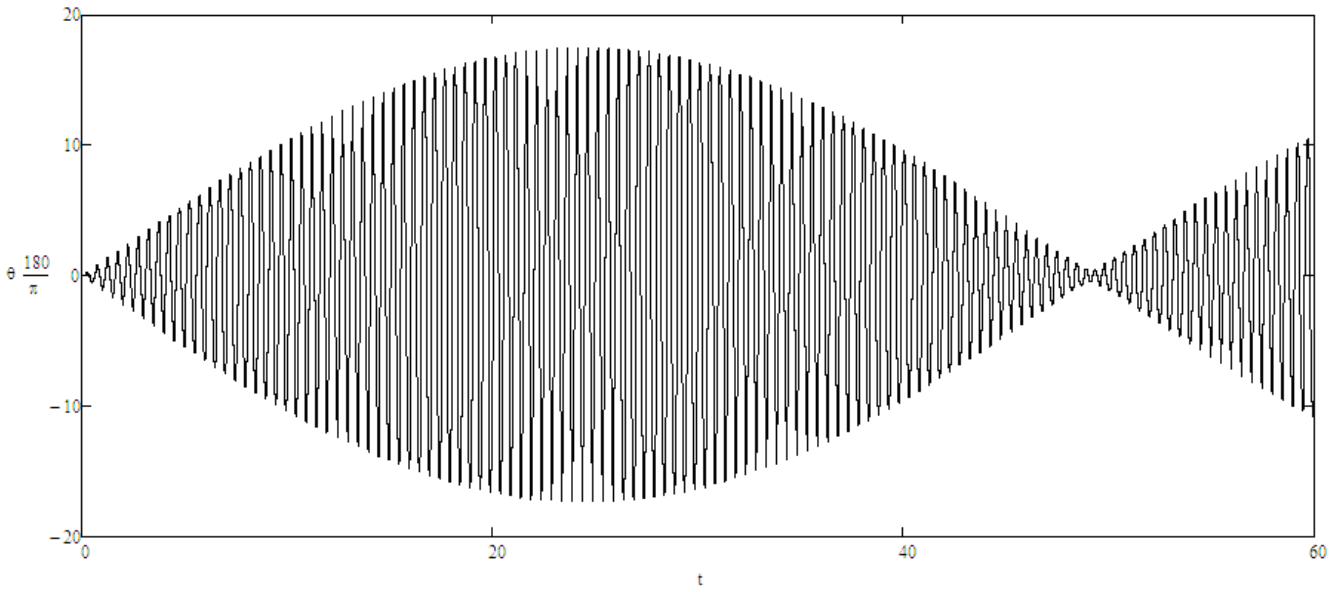


FIG. 8

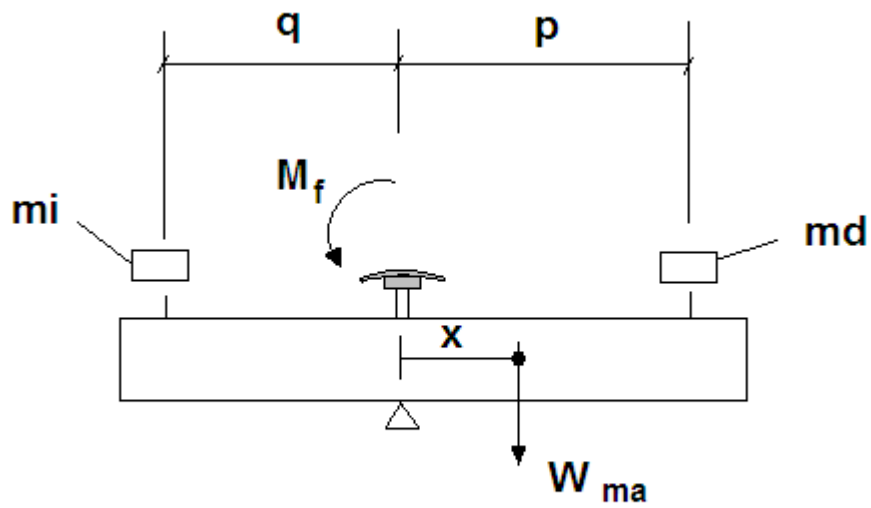


FIG. 9