

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 933**

51 Int. Cl.:

**G01C 25/00** (2006.01)

**G01C 19/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2012 E 12194894 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019 EP 2599716**

54 Título: **De-saturación de giroscopio de control de movimiento en aeronaves**

30 Prioridad:

**29.11.2011 US 201113305922**

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

**03.12.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HEIBERG, CHRISTOPHER JAN**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 733 933 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**

De-saturación de giroscopio de control de movimiento en aeronaves

**Antecedentes**

5 Las realizaciones de la presente divulgación se refieren por lo general a un giroscopio de control de movimiento (CMG), y más particularmente, a la gestión de impulso en CMG usando el aire vectorizado y/o purga de un sistema de propulsión.

10 Los CMG pueden emplearse comúnmente en sistemas aeronáuticos para el control de la actitud. Un CMG generalizado puede incluir un alojamiento que soporta un conjunto de cardán interior (IGA). El IGA puede incluir un rotor que tiene un elemento de inercia, por ejemplo, un anillo o cilindro giratorio acoplado a un eje. Cojinetes de giro se pueden disponer alrededor de los extremos de eje para facilitar el movimiento de giro del eje, que se puede hacer girar alrededor de un eje de giro por un motor de giro.

15 El IGA puede, a su vez, girar alrededor de un eje de cardán por un conjunto de módulo de par (TMA) montado en un primer extremo del alojamiento del CMG. Para facilitar el movimiento de giro del IGA, los cojinetes del cardán se pueden disponer entre el IGA y el alojamiento del CMG. Un conjunto de módulo de sensor (SMA) puede montarse también en una segunda porción del alojamiento del CMG enfrente del TMA para entregar señales eléctricas y potencia al IGA. El CMG puede incluir un número de sensores adecuados para determinar la velocidad de giro y la posición del IGA.

20 Un CMG puede incluir un rotor giratorio y uno o más cardanes motorizados que inclinan el impulso angular del rotor. Una pluralidad de CMG se puede disponer para formar una matriz. El control de los CMG en la matriz puede llevarse a cabo individualmente o en concierto como parte de un sistema de gestión de impulso.

Las pérdidas y perturbaciones externas pueden saturar el impulso en una matriz de CMG. El impulso saturado puede dar como resultado la pérdida de eficacia del CMG para el control lo que puede impedir una actitud deseada. Mediante la de-saturación, el impulso del CMG puede llevarse de nuevo a los valores nominales y funcionar correctamente.

25 Por lo tanto, sería deseable proporcionar un sistema y método para de-saturar los CMG en la aeronave.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un método para ajustar la matriz de giroscopios de control de movimiento, el método como se define en la reivindicación 1.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona una matriz de giroscopios de control de movimiento como se define en la reivindicación 8.

30 El documento US 2011/0153123 A1 desvela un sistema y método parar la maniobra de actitud y la descarga de impulso. La maniobra de actitud se realiza usando el control de rueda nominal para minimizar su uso propelente, mientras se aplica una orden de gestión de impulso en el bucle de control del empujador a fin de que las ruedas realicen la maniobra de aeronave deseada mientras simultáneamente se restablece a un estado diana de-saturado.

35 El documento US 2002/0145077 A1 desvela un sistema para dirigir un objeto. El sistema incluye un primer giroscopio con un primer rotor giratorio y un segundo giroscopio con un segundo rotor giratorio. El primer giroscopio y el segundo giroscopio generan un par.

**Sumario**

Un método para ajustar una matriz de giroscopios de control de movimiento a bordo de un avión incluye recibir un flujo y dirigir la corriente para reducir el impulso en el giroscopio de control de movimiento.

40 Una matriz de giroscopios de control de movimiento tiene un impulso angular saturado y un canal de recepción de flujo de aire para retirar el impulso angular saturado.

Un sistema tiene una matriz de giroscopios de control de movimiento y al menos un empuje de vectorización del canal para actuar en la matriz de giroscopios de control de movimiento para de-saturar el impulso angular.

45 Las características, funciones y ventajas se pueden conseguir independientemente en varias realizaciones de la divulgación o se pueden combinar en otras realizaciones en la medida en que caen dentro del alcance de las reivindicaciones.

**Breve descripción de los dibujos**

Las realizaciones de la divulgación se entenderán más plenamente a partir de la descripción detallada y los dibujos adjuntos, en los que:

- la **Figura 1** es una serie de giroscopios de control de movimiento (CMG) ilustrativos;
- 5 la **Figura 2** es un número de planos ilustrativos formados por el giro de los CMG;
- la **Figura 3** es un gráfico ilustrativo que proporciona vectores de impulso de los CMG;
- la **Figura 4** es un gráfico ilustrativo que proporciona sumas de vectores en un estado de cero impulso;
- la **Figura 5** es un gráfico ilustrativo que proporciona el impulso residual que no es cero;
- la **Figura 6** es un sistema ilustrativo para mitigar el impulso residual en los CMG;
- 10 la **Figura 7** es un sistema ilustrativo para de-saturar los CMG a través de una corriente de aire;
- la **Figura 8** es un diagrama de bloques ilustrativo que proporciona componentes generalizados para de-saturar los CMG; y
- la **Figura 9** es un diagrama de flujo que proporciona procesos ilustrativos para de-saturar los CMG.

**Descripción detallada**

15 Los giroscopios de control de movimiento (CMG) se pueden usar para muchas aplicaciones, incluyendo la estabilización de la plataforma y control de la vibración de la maquinaria. Los CMG se pueden utilizar comúnmente en los sistemas de transporte tales como naves espaciales, aviones o embarcaciones. Como parte de su uso, las pérdidas y perturbaciones periódicas pueden dar como resultado la acumulación de impulso en la nave espacial para la que se utilizan barras de torsión o chorros magnéticos para la de-saturación. Las perturbaciones externas pueden dar lugar a la acumulación de impulso residual. El impulso residual puede acumularse hasta un punto en el que la matriz de CMG se satura. Cuando se satura, la transferencia del par y del impulso útil proporcionada por los CMG puede limitarse.

20 Normalmente, al menos tres CMG puede usarse para llevar a cabo la estabilización de tres ejes puesto que el impulso de los CMG puede limitarse a una aeronave. En una realización, dos CMG en una disposición de par de tijeras para controlar el par y el impulso en un eje se pueden utilizar. Haciendo referencia a la **Figura 1**, una matriz de los CMG **102A**, **102B** y **102C** ilustrativos (colectivamente **102** se puede mostrar). Los CMG **102** pueden estar en una configuración de caja con sus vectores de impulso orientados en una dirección **+Z** nominal. Cada CMG **102** puede incluir un conjunto de cardán interior (IGA) **104A**, **104B** y **104C** (colectivamente **104**) que tiene un grado de libertad de giro alrededor de su eje de cardán **106A**, **106B** y **106C** (colectivamente **106**).

25 El AGI **104** puede contener una masa de inercia giratoria (rotor) que puede almacenar impulso angular. Este rotor **102** puede suspenderse en un montaje giratorio. Los vectores de impulso angular **H<sub>1</sub>**, **H<sub>2</sub>** y **H<sub>3</sub>** del AGI **104** se pueden procesar alrededor de su eje de cardán **106** creando de este modo el par de control. **H<sub>1</sub>** puede asociarse con CMG **102A**, **H<sub>2</sub>** puede asociarse con CMG **102B** y **H<sub>3</sub>** puede asociarse con CMG **102C**. El accionamiento de cardán puede conseguirse utilizando un mecanismo denominado a menudo conjunto de módulo de par (TMA) **108A**, **108B** y **108C** (colectivamente **108**). Cada vector de impulso **H<sub>1</sub>**, **H<sub>2</sub>** y **H<sub>3</sub>** puede orientarse en un plano formado por el giro alrededor de cada eje de cardán **106**.

30 Si bien múltiples CMG **102** se han mostrado, pueden existir otras configuraciones. Los CMG **102** pueden ser dispositivos con cardán individual o múltiples. Las aplicaciones que requieren niveles significativos de par pueden tienden a tener un único cardán con el fin de aprovechar lo que se refiere a menudo como "multiplicación del par".  
 35 Los dispositivos con doble cardán se pueden usar cuando, puede ser necesario un bajo alto par y un gran impulso. Además puede utilizarse menos o más CMG **102** que no tengan que limitarse a un plano.

40 En la **Figura 2**, un número de planos ilustrativos **202A**, **202B** y **202C** (colectivamente **202**) formados mediante el giro de cada vector de impulso **H<sub>1</sub>**, **H<sub>2</sub>** y **H<sub>3</sub>** de los CMG para los CMG **102** representados en la **Figura 1** se puede mostrar. El vector de impulso **H<sub>1</sub>** del CMG **102A** puede proporcionarse en el plano **202A**. El vector de impulso **H<sub>2</sub>** del CMG **102B** puede proporcionarse en plano **202B**, mientras que el vector de impulso **H<sub>3</sub>** del CMG **102C** puede proporcionarse en el plano **202C**. Los tres planos **202** pueden formar una configuración de caja **200**.

En una realización, los vectores de impulso  $H_1$ ,  $H_2$  y  $H_3$  pueden orientarse de tal manera que el impulso neto para los CMG **102** puede ser cero. Volviendo a la **Figura 3**, un gráfico ilustrativo que proporciona los vectores de impulso  $H_1$ ,  $H_2$  y  $H_3$  de los CMG **102** se puede mostrar.  $H_1$  y  $H_2$  pueden tener vectores de impulso en un ángulo de treinta grados que pueden cancelar sus componentes del eje Y junto con la componente vertical de  $H_3$  a lo largo del eje Z. La **Figura 4** puede mostrar cómo los vectores de impulso  $H_1$ ,  $H_2$  y  $H_3$  suman a un estado de cero impulso.

Cuando se satura, el impulso no es cero lo que puede hacer que los CMG **102** pierdan eficacia y control. Cuando una matriz **102** está completamente saturada, no hay cantidad de impulso que pueda ser extraída en esa dirección particular (en la dirección saturada). En una realización, "saturado" puede describir cuando el impulso está por encima de un umbral, pero puede ser intercambiable con completamente saturado. La utilización del impulso de CMG en el control de actitud puede incluir la creación de par mediante el giro de los vectores de impulso de los CMG individuales. Ese par se puede hacer reaccionar por la estructura principal que a su vez gira. El giro relativo de la estructura principal puede tender a equilibrar el impulso en la matriz de CMG **102**. En otras palabras, la plataforma principal puede girar con un impulso igual y opuesto al de la matriz de CMG **102**. En una condición donde la plataforma principal está en reposo y el impulso de la matriz de CMG **102** no es cero, el residual puede actuar para mitigar la cantidad de par y el impulso que puede usarse para controlar la actitud angular y la velocidad de la estructura principal. La gestión de este impulso residual se puede utilizar para tener un control de actitud efectivo de modo que la de-saturación se pueda utilizar. En raros casos, un operario o sistema pueden elegir crear un vector de sesgo de impulso antes de una gran maniobra de impulso con el fin de ampliar la cantidad utilizada en una maniobra, para después de-saturarse hacia un estado nominal de cero impulso. Los mismos métodos se pueden utilizar para de-saturar una matriz de CMG **102** y pueden utilizarse para acumular un impulso de sesgo en previsión de una maniobra de este tipo.

En la **Figura 5**, un gráfico ilustrativo que proporciona el impulso residual **502** se puede mostrar. Este impulso residual **502** puede ser consecuencia de las pérdidas por fricción, el par de sesgo en el sistema o un número de otras contribuciones. En última instancia, el impulso residual **502** puede limitar la cantidad de par que puede extraerse de los CMG **102**.

La combinación de vectores  $H_1$ ,  $H_2$  y  $H_3$  que se muestra en la **Figura 5** tiene un impulso residual diferente de cero **502**. El impulso residual **502** en la matriz de CMG **102** puede mitigarse mediante la aplicación de un par externo en la dirección igual a y opuesta al sistema. El par puede proporcionarse a través de un proceso conocido como de-saturación. El impulso residual **502** de los CMG **102** se puede accionar en un estado de impulso deseado mediante la generación de una orden igual a la diferencia entre el estado deseado y el impulso residual multiplicado por alguna ganancia. La *Ley de la Conservación de Impulso Angular* prevé que el impulso residual **502** pueda determinarse sumando el impulso de la plataforma y el impulso almacenado en los CMG **102**. En un estado de impulso residual cero, el impulso de la plataforma y de los CMG pueden ser iguales y opuestos. El objetivo de de-saturación puede ser impulsar el impulso residual **502** en los CMG **102** a cero o a un umbral de cero. Un estado de impulso de sesgo puede crearse en previsión a una maniobra específica. Cuando se genera un estado de impulso de sesgo, la cantidad de transferencia de impulso se puede extender más allá de la disponible mediante el inicio de la maniobra desde un estado de sesgo cero.

En una aeronave **602**, según se dispone en la **Figura 6**, las superficies de control aerodinámico dedicadas o existentes pueden usarse para producir el par **604** en contra de la cantidad de movimiento residual **502** en los CMG **102** cuando se saturan. El par **604** puede ser en una dirección vectorizada que reduce el impulso angular almacenado en los CMG **102**. Este flujo de aire sobre la superficie de control aerodinámico puede producir un par positivo **604** en la aeronave **602**. En una realización, el flujo de aire sobre la sección de cola se puede utilizar.

Como se muestra, las superficies de control aerodinámico de la aeronave **602** pueden producir un par **M 604** en el eje de balanceo que puede cancelar un impulso residual **502** de los CMG en esa dirección. Mediante la utilización de las fuentes existentes de empuje de una aeronave **602**, la de-saturación del impulso residual **502** ya no puede requerir superficies dedicadas o mecanismos empujadores. El sistema se puede utilizar en otros vehículos que tienen CMG **102**, tales como embarcaciones. Una corriente de aire o de líquido se puede utilizar.

Volviendo a la **Figura 7**, un sistema ilustrativo para de-saturar los CMG **102** a través de una corriente de aire se puede mostrar. La corriente de aire se puede tomar de fuera de la aeronave **602**. En la realización mostrada, la corriente de aire se puede capturar a través de una entrada de aire **702**. Más de una entrada de aire **702** puede existir en la aeronave **602**. La entrada **702** puede incluir una pala que recibe la corriente de aire. La entrada **702** puede proyectarse desde la superficie exterior de la aeronave **602**, que puede estar diseñada para utilizar la presión dinámica de la corriente de aire para mantener un flujo de aire. La corriente de aire se puede tomar a través de un carro inferior de la aeronave **602**.

La entrada de aire **702** puede volver a dirigir el aire en un sistema de gestión de conducto y colector **704**. La aeronave **602** puede tener un número de válvulas **706** que pueden recibir la corriente de aire desde el sistema de gestión de conducto y colector **704**. La corriente de aire de las válvulas **706** puede dirigirse de modo que produzca empuje a través de las boquillas **708** colocadas estratégicamente en la aeronave **602**. El empuje puede después

utilizarse para generar par **604** para de-saturar los CMG **102**.

Si bien el sistema para de-saturar los CMG **102** se muestra en la sección de cola de la aeronave **602**, el sistema se puede colocar en otros lugares. Por ejemplo, la entrada de aire **702** y el sistema de conducto y colector **704** pueden proporcionarse en una porción intermedia de la aeronave **602** o al menos en una porción de la misma. Las porciones del sistema de de-saturación se pueden colocar en las alas de la aeronave **602**.

En una realización, el empuje se puede generar desde otra fuente a bordo, por ejemplo, una unidad de potencia auxiliar (APU) dentro de la aeronave **602**. El empuje de purga de un escape del motor o un dispositivo de generación de presión de líquido o gas dedicado puede también utilizarse. La cantidad de par de de-saturación **604** a generar se puede calcular, ordenar y controlar a través de un procesador **710** que utiliza la entrada del sensor de la aeronave **602** y los sensores de los CMG.

En la **Figura 8**, un diagrama de bloques ilustrativo que proporciona componentes generalizadas para de-saturar los CMG **102** se puede mostrar. La corriente de aire **802** se puede tomar a partir de una variedad de fuentes. Como se muestra arriba, la corriente de aire se puede tomar desde una fuente externa. La corriente de aire **802** se puede recibir por un canal **804**. El canal **804** puede incluir la entrada de aire **702**, el sistema de gestión de conducto y colector **704**, las válvulas **706** y las boquillas **708**.

Como también se muestra, la corriente de aire **802** puede tomarse de un dispositivo de propulsión de la aeronave **602**. El aire de purga se puede tomar de un compresor del dispositivo de propulsión. El aire de purga se puede proporcionar a continuación en el canal **804**. El canal **804**, en esta realización, puede incluir menos o más partes que las descritas anteriormente. Por ejemplo, la corriente de aire **802** puede dirigirse a las boquillas **708** dentro del canal **804** sin utilizar la entrada de aire **702**, el sistema de gestión de conducto y colector **704** ni las válvulas **706**. En una realización, una combinación de tanto el aire vectorizado exterior como el aire de purga se puede utilizar.

En cada uno, el canal **804** puede tener una o más boquillas **708**. Las boquillas **708** pueden estar fijas. Las boquillas fijas **708** se pueden seleccionar para dirigir la corriente de aire **802** para producir un par deseado **604** para de-saturar los CMG **102**. Por ejemplo, las boquillas **708** se pueden seleccionar basándose en el ángulo y la cantidad de par **604** que se puede generar desde las mismas. Como alternativa, las boquillas **708** pueden ser maniobrables. Las boquillas se pueden mover para dirigir la corriente de aire **802** y para producir el par deseado **604**.

Al conectar con cardán las boquillas **708** dentro del canal **804** en un conjunto coordinado de direcciones, el par **604** se puede producir a través de una ley de dirección o modulando el empuje de las boquillas fijas **708** a través de una ley de control de selección. Del mismo modo, el par **604** se puede generar ordenando a las superficies de control aerodinámico generar un par en una dirección opuesta al residual **502** y durante una duración para producir un impulso equivalente reduciendo así el residual **502** a un estado residual de cero o próximo.

Tanto en las boquillas fijas como maniobrables **708**, el software **806** puede usarse como vector de la corriente de aire **802**. El software **806** puede usarse también para detectar la saturación dentro de los CMG **102**. Los sensores pueden estar unidos a los CMG **102** donde se puede detectar el impulso angular saturado en su interior. La saturación se puede calcular basándose en la orientación conocida del eje de cardán **106** de los CMG **102**. Además de un ángulo de cardán, una estimación de los vectores de impulso de los CMG individuales que pueden determinarse por el conocimiento de la masa de inercia alrededor de su eje de giro y un sensor que determina la velocidad de giro se puede utilizar.

La cantidad apropiada de empuje se puede determinar dentro del algoritmo y las boquillas **708** en su interior se pueden utilizar para generar suficiente par **604** para contrarrestar la saturación dentro de los CMG **102**. A través del canal **804**, el par **604** puede proporcionarse para agotar el impulso residual a través de una combinación de superficies de control aerodinámico.

Haciendo referencia a la **Figura 9**, un diagrama de flujo que proporciona procesos ilustrativos para de-saturar los CMG **102** se puede mostrar. Los procesos para la de-saturación de los CMG **102** puede comenzar en el **bloque 900**. En el **bloque 902**, el sistema puede recibir empuje. El empuje, como se ha descrito anteriormente, puede venir de una variedad de fuentes, incluyendo fuera de la aeronave **602** a través de una entrada de aire **702**. Como alternativa, el empuje puede ser aire de purga recibido de un dispositivo de propulsión.

La saturación de los CMG **102** se puede detectar en el **bloque de decisión 904**. Cuando están saturados, o por encima del umbral en el que se desea la de-saturación, la transferencia de par y de impulso útil proporcionada por los CMG **102** puede ser limitada. La saturación se puede detectar mediante un algoritmo u otros circuitos de control dentro de la matriz **102** u otro procesador de control. El estado de impulso se puede calcular con una estimación de la cantidad de movimiento angular almacenado en los CMG individuales junto con el conocimiento de su orientación angular relativa a través de matemáticas/algoritmos vectoriales. Cuando no se ha detectado la saturación, los procesos pueden terminar en el **bloque 908**. De lo contrario, el sistema puede dirigir el par **604** para de-saturar los

CMG **102** en el **bloque 906**. La cantidad de par **604** para de-saturar los CMG **102** puede calcularse por el algoritmo. Además, las boquillas **708** pueden ser fijas o maniobrables por el algoritmo para redirigir el flujo de aire. Los procesos pueden terminar en el **bloque 908**.

En el texto y las figuras, se divulga un método para ajustar una matriz de giroscopios de control de movimiento **102** que incluye: recibir una corriente; y dirigir la corriente para ajustar el impulso de la matriz de giroscopios de control de movimiento **102**. En una variante, el método incluye detectar la saturación de la matriz de giroscopios de control de movimiento **102**. En otra variante, en la que el método incluye recibir la corriente, comprende la extracción de aire de purga de un dispositivo de propulsión. En un caso, en el que el método incluye la extracción del aire de purga desde el dispositivo de propulsión, comprende obtener el aire de purga de un compresor del dispositivo de propulsión. En un ejemplo, en el que el método incluye dirigir la corriente para reducir el impulso en el giroscopio de control de movimiento **102A**, **102B**, incluye maniobrar al menos una boquilla **708** en una dirección coordinada para producir un par deseado **604**.

En una alternativa, en la que el método incluye dirigir la corriente para reducir el impulso en el giroscopio de control de movimiento **102A**, **102B**, **102C** incluye la selección de al menos una boquilla fija **708** para producir un par deseado **604**. En otra alternativa, en la que el método incluye dirigir la corriente para ajustar el impulso en el giroscopio de control de movimiento (**102A**, **102B**, **102C**) comprende accionar el impulso en el giroscopio de control de movimiento (**102A**, **102B**, **102C**) a un estado o umbral deseado para generar un sesgo en grandes maniobras de impulso.

En un aspecto, se divulga una matriz de giroscopios de control de movimiento **102** que incluye: una pluralidad de giroscopios control de movimiento (CMG) **102A**, **102B**, **102C** que tienen impulso angular saturado; y un canal que recibe el flujo de aire para ajustar el impulso angular residual. En una variante, en la que el giroscopio de control de movimiento incluye el canal, incluye una entrada de aire **702**, el sistema de conducto y colector **704** y al menos una válvula y la boquilla **708**. En una variante, en la que el giroscopio de control de movimiento incluye la al menos una boquilla **708** que es maniobrable. En una variante, en la que el giroscopio de control de movimiento incluye la al menos una boquilla **708** que es fija. En otra variante, el giroscopio de control de movimiento se divulga incluyendo el software para determinar una cantidad del flujo de aire para retirar el impulso angular saturado. En todavía otra variante, el giroscopio de control de movimiento incluye un software para determinar si un rotor **102** está saturado. En aún otra variante, el giroscopio de control de movimiento de la reivindicación **8**, comprende un dispositivo de propulsión para proporcionar el flujo de aire.

En otro aspecto, se divulga un sistema que incluye: una matriz de giroscopios de control de movimiento **102**; y al menos un empuje de vectorización del canal en la matriz de giroscopios de control de movimiento **102** para ajustar el impulso angular. En una variante, de acuerdo con la reivindicación **14**, la matriz de CMG comprende un sistema de propulsión para proporcionar el empuje. En una variante, el sistema incluye una entrada de aire (**702**) para proporcionar el empuje. En una variante, en la que el sistema incluye el empuje comprende aire de purga y otro aire vectorizado. En otra variante, en la que el sistema incluye ajustar la cantidad de movimiento angular comprende la de-saturación o ajuste a un estado de impulso deseado. En aún otra variante, el sistema incluye superficies de control aerodinámico en combinación con el empuje para ajustar la cantidad de movimiento angular.

Las características presentadas en la presente memoria pueden extenderse a otras tecnologías. Por ejemplo, el sistema puede convertirse de tal manera que las matrices de ruedas de reacción se pueden de-saturar. Otros sistemas de almacenamiento de impulso angular que combinan diversos dispositivos de impulso se pueden de-saturar también usando esas características presentadas anteriormente.

Las estructuras de datos y el código dentro del software **806**, en el que puede implementarse la presente divulgación, pueden normalmente almacenarse en un almacenamiento legible por ordenador no transitorio. El almacenamiento puede ser cualquier dispositivo o medio que pueda almacenar código y/o datos para su uso por un procesador. Los medios de almacenamiento legibles por ordenador no transitorios incluyen, pero no se limitan a, memoria volátil, memoria no volátil, dispositivos de almacenamiento óptico y magnético, tales como unidades de disco, cinta magnética, CD (discos compactos), DVD (discos versátiles digitales o discos digitales de vídeo), u otros medios capaces de almacenar código y/o datos ahora conocidos o desarrollados más adelante.

Los métodos y procesos descritos en la divulgación pueden realizarse como código y/o datos, que pueden almacenarse en un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio como se ha descrito anteriormente. Cuando un sistema de ordenador lee y ejecuta el código y/o datos almacenados en el medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio, el sistema informático lleva a cabo los métodos y procesos configurados como estructuras de datos y código y almacenados dentro del medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio. Además, los métodos y procesos descritos pueden incluirse en los módulos de hardware. Por ejemplo, los módulos de hardware pueden incluir, pero no se limitan a, chips de circuito integrado de aplicación específica (ASIC), matrices de puertas de campo programables (FPGA), y otros dispositivos de lógica programable ahora conocidos o desarrollados posteriormente. Cuando se activan los módulos de hardware, los módulos de

hardware realizan los métodos y procesos incluidos dentro de los módulos de hardware.

5 La tecnología descrita en la presente memoria puede implementarse como operaciones lógicas y/o módulos. Las operaciones lógicas pueden implementarse como una secuencia de etapas ejecutadas por un procesador implementado y como módulos de máquina o de circuitos interconectados. Asimismo, las descripciones de diversos módulos de componentes pueden proporcionarse en términos de operaciones ejecutadas o efectuadas por los módulos. La aplicación resultante es una cuestión de elección, dependiendo de los requisitos de rendimiento del sistema subyacente que implementa la tecnología descrita. Por consiguiente, las operaciones lógicas que constituyen la realización de la tecnología descrita en la presente memoria se denominan diversamente como operaciones, etapas, objetos o módulos. Debe entenderse que las operaciones lógicas se pueden realizar en cualquier orden, a menos que se reivindique explícitamente de otro modo o que un orden específico se necesite inherentemente por el lenguaje de las reivindicaciones.

10

Si bien las realizaciones de la divulgación se han descrito en términos de diversas realizaciones específicas, los expertos en la materia reconocerán que las realizaciones de la divulgación pueden ponerse en práctica con modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones.

15

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para ajustar una matriz de giroscopios de control de movimiento (102) a bordo de una nave espacial, una aeronave o embarcación que comprende:
  - 5 recibir un flujo de aire o de líquido; y
  - dirigir la corriente a lo largo de al menos un canal (804) de tal manera que el empuje se vectoriza a la matriz de giroscopios de control de movimiento para ajustar el impulso en la matriz de giroscopios de control de movimiento (102).
2. El método de la reivindicación 1, que comprende detectar la saturación de la matriz de giroscopios de control de movimiento (102).
- 10 3. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que la recepción de la corriente comprende extraer aire de purga desde un dispositivo de propulsión.
  4. El método de la reivindicación 3, en el que la extracción del aire de purga desde el dispositivo de propulsión comprende obtener el aire de purga de un compresor del dispositivo de propulsión.
- 15 5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que dirigir la corriente para reducir el impulso en el giroscopio de control de movimiento (102A, 102B, 102C) comprende maniobrar al menos una boquilla (708) en una dirección coordinada para producir un par deseado (604).
6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que dirigir la corriente para reducir el impulso en el giroscopio de control de movimiento (102A, 102B, 102C) comprende seleccionar al menos una boquilla fija (708) para producir un par deseado (604).
- 20 7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que dirigir la corriente para ajustar el impulso en el giroscopio de control de movimiento (102A, 102B, 102C) comprende accionar el impulso en el giroscopio de control de movimiento (102A, 102B, 102C) a un estado o umbral deseado para generar un sesgo en grandes maniobras de impulso.
8. Una matriz de giroscopios de control de movimiento (102) que comprende:
  - 25 una pluralidad de giroscopios control de movimiento (CMG) (102A, 102B, 102C) con impulso angular saturado; y un canal (804) configurado para recibir una corriente de aire o líquido y para dirigir la corriente de aire o líquido de tal manera que el empuje se vectorice a la matriz de giroscopios para ajustar el impulso angular residual de los giroscopios de control de movimiento.
- 30 9. La matriz de giroscopios de control de movimiento de la reivindicación 8, en el que el canal comprende una entrada de aire (702), el sistema de conducto y colector (704) y al menos una válvula y una boquilla (708).
  10. La matriz de giroscopios de control de movimiento de la reivindicación 9, en el que la al menos una boquilla (708) es maniobrable.
  11. La matriz de giroscopios de control de movimiento de la reivindicación 9, en el que la al menos una boquilla (708) es fija.
- 35 12. El giroscopio de control de movimiento matriz de cualquiera de las reivindicaciones 8-11, que comprende un software para determinar una cantidad de la corriente de aire o líquido para retirar el impulso angular saturado.
13. La matriz de giroscopios de control de movimiento de cualquiera de las reivindicaciones 8-11, que comprende un software para determinar si un rotor (102) está saturado.
- 40 14. La matriz de giroscopios de control de movimiento de cualquiera de las reivindicaciones 8-13, que comprende un dispositivo de propulsión para proporcionar la corriente de aire o líquido.
15. La matriz de giroscopios de control de movimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8-14, ajustada por el método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-7.

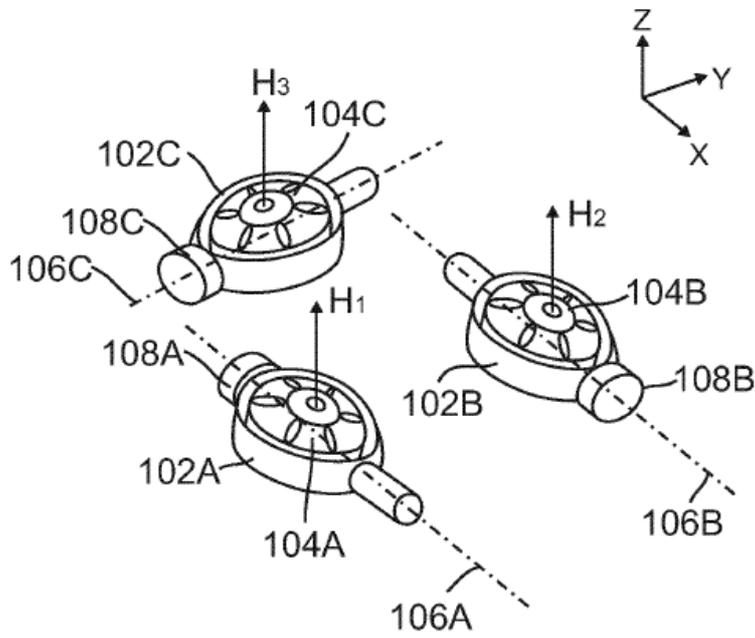


FIG. 1

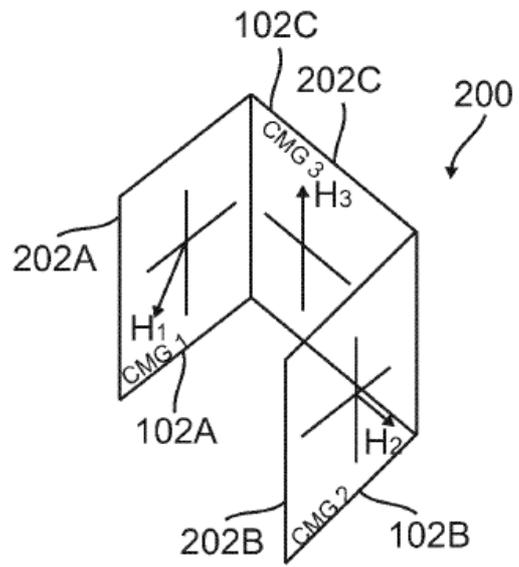


FIG. 2

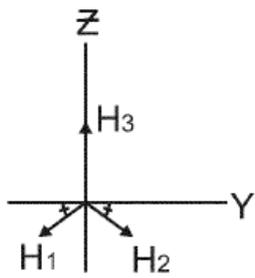


FIG. 3

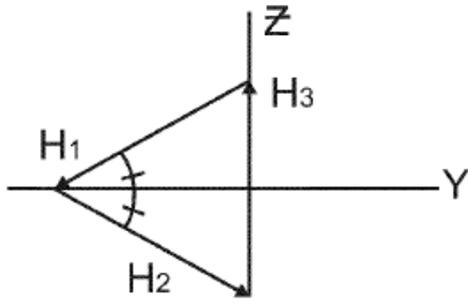


FIG. 4

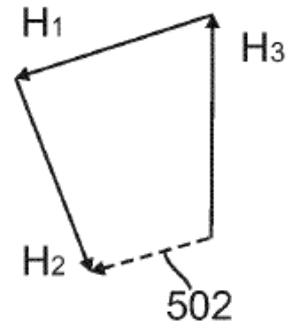


FIG. 5

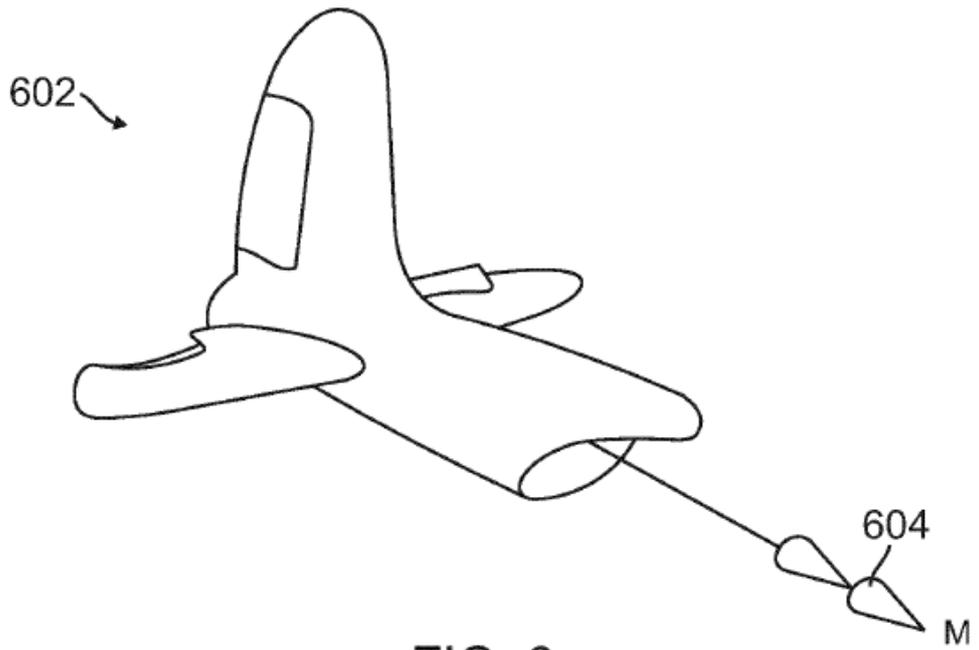


FIG. 6

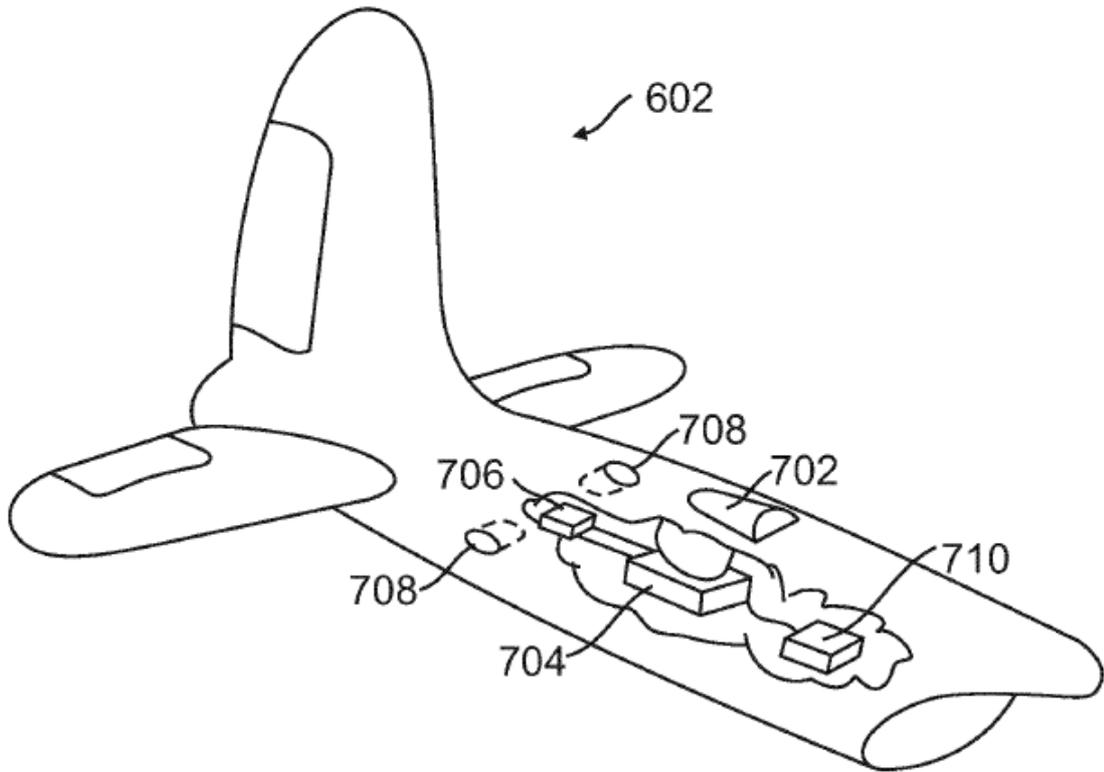


FIG. 7

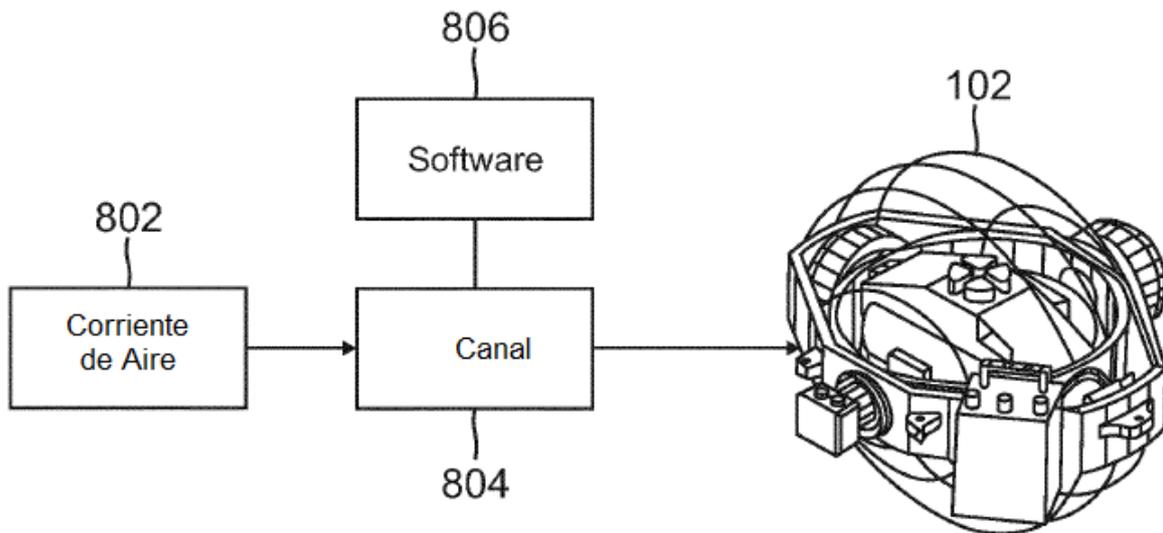


FIG. 8

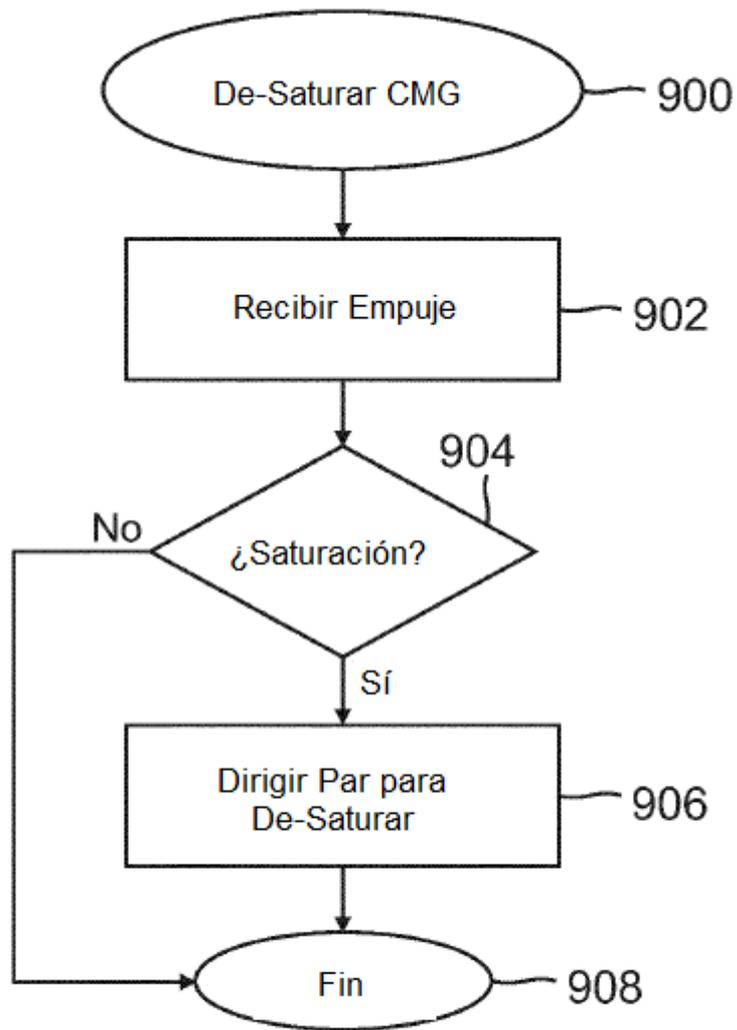


FIG. 9