

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 813 923**

51 Int. Cl.:

**B64C 39/02** (2006.01)  
**H04L 29/08** (2006.01)  
**G06F 3/14** (2006.01)  
**G05D 1/00** (2006.01)  
**G09B 9/08** (2006.01)  
**G09B 9/12** (2006.01)  
**G09B 9/48** (2006.01)  
**G09B 19/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.07.2015** **E 18208812 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2020** **EP 3476735**

54 Título: **Sistemas y métodos para simulación de cardán**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.03.2021**

73 Titular/es:

**SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD. (100.0%)**  
**6/F Hkust SZ IER Bldg. 9, Yuexing 1st Road Hi**  
**Tech Park (South) Nanshan District**  
**Shenzhen, Guangdong 518057, CN**

72 Inventor/es:

**TAO, YE;**  
**CHEN, ZIHAN;**  
**ZHANG, ZHIYUAN;**  
**LIU, WEIFENG y**  
**CHEN, CHAOBIN**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 813 923 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

Sistemas y métodos para simulación de cardán

### Antecedentes

5 Los simuladores de vuelo se han aplicado en el campo de la aviación durante muchos años y son útiles para entrenar a pilotos o usuarios. En general, los simuladores de vuelo pueden proporcionar a los alumnos una escena virtual que es muy similar a una escena real. Usando esta escena virtual y dispositivos auxiliares, tales como dispositivos portátiles, los alumnos pueden ser capaces de experimentar de manera virtual control de vuelo sobre un vehículo aéreo en condiciones simuladas.

10 Sin embargo, los simuladores de vuelo actuales proporcionan principalmente funciones básicas de funcionamiento de aeronave a través de aplicaciones de software que se ejecutan en ordenadores personales ("PC") y no proporcionan características que permiten a un usuario practicar la manipulación de un soporte, tal como un cardán, para vehículos aéreos no tripulados ("UAV"). El cardán acopla una cámara a un UAV para permitir que el UAV realice una variedad de tareas, incluyendo, por ejemplo, reconocimientos aéreos, registro de imágenes aéreas, fotografías aéreas y similares. Esta falta de simulación de cardán no permite al usuario entrenar con antelación para aprender a controlar hábilmente los cardanes.

### Sumario

Existe una necesidad de proporcionar un método para entrenar a un usuario para controlar el vuelo de un vehículo aéreo no tripulado (UAV) en un entorno simulado. En el presente documento, se proporcionan sistemas y métodos para simular control de cardán.

20 En un aspecto, se proporciona un método de simulación de control de cardán según la reivindicación 1. El método comprende: recibir una señal de modo de cardán indicativa de una selección de una pluralidad de modos de cardán; recibir (1) datos de control de cardán de un sistema de control remoto y (2) datos de posición que describen una posición de vuelo simulada del vehículo generada a partir de un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo; y generar, en un sistema de control de cardán, datos de respuesta de cardán simulados basándose en (1) los datos de control de cardán, (2) los datos de posición que describen la posición de vuelo simulada del vehículo y (3) la señal de modo de cardán, en la que los datos de respuesta de cardán simulados provocan que un conjunto diferente de ejes se establezca con respecto a un entorno del vehículo en cada uno de la pluralidad de modos de cardán.

30 En otro aspecto, se proporciona un cardán según la reivindicación 15 a bordo de un vehículo. El cardán comprende: un receptor configurado para recibir una señal de modo de cardán indicativa de una selección de una pluralidad de modos de cardán; y un sistema de control de cardán configurado para (1) recibir datos de control de cardán desde un sistema de control remoto, (2) recibir datos de posición que describen una posición de vuelo simulada del vehículo generada desde un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo y (3) datos de respuesta de cardán simulados basándose en (1) los datos de control de cardán, (2) los datos de posición que describen la posición de vuelo simulada del vehículo y (3) la señal de modo de cardán, en la que los datos de respuesta de cardán simulados provocan que un conjunto diferente de ejes se establezca con respecto a un entorno del vehículo en cada uno de la pluralidad de modos de cardán.

40 Debe entenderse que pueden apreciarse diferentes aspectos de la invención de manera individual, de manera conjunta o en combinación entre sí. Pueden aplicarse diversos aspectos de la invención descritos en el presente documento a cualquiera de las aplicaciones particulares expuestas a continuación o para cualquier otro tipo de objeto móvil. En el presente documento, cualquier descripción de vehículos aéreos, tales como vehículos aéreos no tripulados, puede aplicarse a y usarse para cualquier objeto móvil, tal como cualquier vehículo. Adicionalmente, los sistemas, dispositivos y métodos dados a conocer en el presente documento en el contexto del movimiento aéreo (por ejemplo, vuelo) también puede aplicarse en el contexto de otros tipos de movimiento, tales como movimiento en el suelo o en el agua, movimiento subacuático o movimiento en el espacio.

45 Otros objetos y características de la invención resultarán evidentes mediante una revisión de la memoria descriptiva, las reivindicaciones y las figuras adjuntas.

### Breve descripción de los dibujos

Las características novedosas de la invención se exponen con detalle en las reivindicaciones adjuntas. Se obtendrá una mejor comprensión de las características y ventajas de la invención por referencia a la siguiente descripción detallada que expone las realizaciones ilustrativas, en las que se utilizan los principios de la invención y los dibujos adjuntos de los que:

50 La figura 1 ilustra una arquitectura de sistema a modo de ejemplo según una realización de la invención.

La figura 2 ilustra un ejemplo de un método de simulación según una realización de la invención.

La figura 3 ilustra un ejemplo de un método de simulación en un modo de visión en primera persona ("FPV") según una realización de la invención.

La figura 4 ilustra un ejemplo de un método de simulación en un modo de seguimiento según una realización de la invención.

La figura 5 ilustra un ejemplo de un método de simulación en un modo de cardán libre según una realización de la invención.

5 La figura 6 ilustra un ejemplo de un método de simulación cuando se tienen en cuenta factores ambientales según una realización de la invención.

La figura 7 ilustra un ejemplo de un método de simulación según una realización de la invención.

La figura 8 ilustra un ejemplo de un método de simulación según una realización de la invención.

La figura 9 es un diagrama esquemático de un cardán a bordo de un vehículo según una realización de la invención.

10 La figura 10 ilustra un ejemplo de un método para poner en funcionamiento un cardán según una realización de la invención.

La figura 11 es un diagrama esquemático de un cardán según una realización de la invención.

La figura 12 ilustra un ejemplo de un método de simulación según una realización de la invención.

La figura 13 es un diagrama esquemático de un sistema de simulación de cardán según una realización de la invención.

15 La figura 14 ilustra esquemáticamente un UAV con un cardán según una realización de la invención.

La figura 15 ilustra un objeto móvil que incluye un soporte y una carga útil, según una realización de la invención.

La figura 16 es una ilustración esquemática a modo de diagrama de bloques de un sistema para controlar un objeto móvil, según una realización de la invención.

### Descripción detallada

20 Los sistemas, dispositivos y métodos de la invención proporcionan mecanismos para entrenar a un usuario para manipular y controlar un soporte, que puede ser un cardán en un entorno simulado o virtual. El cardán puede estar soportado por un vehículo, tal como un vehículo aéreo no tripulado ("UAV"), y puede usarse para soportar una carga útil. La carga útil puede ser un dispositivo de registro de imágenes, que puede usarse para fotografías aéreas. La simulación de cardán puede producirse mientras el vehículo no se está moviendo en un entorno real (por ejemplo, el UAV no está volando en un entorno real). La simulación de cardán puede producirse mientras el cardán está moviéndose o no. Las habilidades y experiencias obtenidas por el usuario a partir de la manipulación del cardán en el entorno virtual pueden aplicarse directamente para manipular un cardán en un entorno real. Los sistemas, dispositivos y métodos descritos en el presente documento proporcionan, además, una plataforma de simulación que emplea al menos algunos componentes que pueden usarse para la manipulación real del cardán. La descripción del UAV puede aplicarse a cualquier otro tipo de vehículo no tripulado o cualquier otro tipo de objeto móvil.

30 Una o más funciones del cardán pueden controlarse al menos parcialmente por una entrada de un usuario. La entrada del usuario puede proporcionarse al cardán a través de un controlador remoto. El controlador remoto puede usarse para controlar el vuelo del UAV en un entorno de vuelo real. El controlador remoto puede usarse para controlar el movimiento de un cardán del UAV y/o carga útil del UAV en un entorno de vuelo real. Puede ser difícil proporcionar entrada para controlar una o más funciones del cardán a través del controlador remoto para usuarios inexpertos. En algunos casos, un usuario que no está familiarizado con proporcionar entrada para controlar una o más funciones del cardán a través del controlador remoto puede no conseguir un resultado deseado usando el controlador remoto. No conseguir una buena manipulación del cardán usando el controlador remoto puede dar como resultado el fracaso a la hora de alojar el movimiento del vehículo en un vuelo real y hacer que sea imposible conseguir las fotografías aéreas deseadas. Por tanto, puede ser ventajoso proporcionar un ejercicio de simulación en el que un usuario puede entrenar y practicar el control de un cardán real en un entorno virtual usando un sistema de controlador.

35 En algunos casos, un entorno simulado o virtual puede ser un entorno interior, exterior o un entorno mixto de interior y exterior en el que un cardán puede ponerse en funcionamiento de manera independiente o ponerse en funcionamiento en combinación con un UAV al que se acopla el cardán. Las operaciones del cardán en el entorno virtual pueden ser operaciones virtuales del cardán. Las operaciones virtuales del cardán pueden incluir o no rotación real de uno o más componentes de cardán alrededor de uno o más ejes. En algunos casos, la operación virtual del cardán puede incluir solo rotación virtual del uno o más componentes de cardán alrededor de uno o más ejes. Una orientación de una carga útil soportada por el cardán puede controlarse alrededor de uno, dos, tres o más ejes. Tal control puede producirse en un entorno real o en un entorno virtual.

50 Un entorno simulado o virtual puede ser una representación de un entorno real que existe en tiempo y espacio reales y puede ser tangible en un mundo físico. En algunos casos, los datos recopilados acerca de un entorno real pueden usarse para elaborar el entorno simulado o virtual. Por ejemplo, uno o más sensores pueden recopilar datos acerca de un entorno

5 real. Los datos de los sensores pueden usarse para ayudar en la elaboración de entornos simulados o virtuales. Un individuo puede interactuar de manera física con un entorno real. Además, un entorno simulado o real puede ser una mezcla de un entorno simulado en una estructura de software de ordenador y un entorno real en un vehículo, tal como un UAV. Un entorno simulado o virtual puede crearse a partir de una o más entradas de un usuario, un desarrollador de software o información de una base de datos. Un entorno simulado o virtual puede ser una representación de un entorno que existe en tiempo y espacio reales o un entorno imaginario que no existe en tiempo y espacio reales. Un entorno simulado o virtual puede comprender límites, obstáculos y superficies definidos. El entorno simulado o virtual puede haber definido el medio para soportar la manipulación del cardán, por ejemplo, el medio puede ser aire. El medio puede existir y definirse matemáticamente en el entorno virtual. En algunas realizaciones, el entorno virtual no existe en el mundo físico y tangible.

10 Un controlador remoto que está configurado para controlar un cardán real en un entorno simulado o virtual puede ser el mismo o similar a un controlador que se usa para controlar un cardán real en un entorno real. En algunos casos, el controlador remoto de simulación puede ser el mismo controlador remoto real que se usa para controlar el cardán en un entorno real. En algunos casos, el controlador remoto de simulación puede ser un duplicado o réplica exacto del controlador remoto que se usa para controlar el cardán en un entorno real. Cualquier descripción de un controlador remoto igual puede aplicarse también a un duplicado o una réplica o tipo de controlador remoto. En algunos casos, el controlador remoto de simulación puede tener una o más características que son idénticas al controlador remoto real usado para controlar el cardán en un entorno real. El controlador remoto de simulación puede tener o no una o más características que son diferentes del controlador remoto real usado para controlar el cardán en un entorno real. Proporcionar el mismo controlador para su uso tanto en el entorno real como en la simulación puede dar como resultado una experiencia de entrenamiento más realista para un usuario. Un usuario puede desarrollar memoria muscular asociada con el movimiento o la manipulación de una interfaz física en un control remoto. Proporcionar un controlador remoto idéntico tanto en un modo de simulación como en un modo activo de un cardán puede proporcionar la ventaja de utilizar la memoria muscular formada en el modo de simulación para su uso en el modo activo, en el que el cardán puede acoplarse físicamente al UAV y mover un dispositivo de registro de imágenes transportado por el cardán para fotografías aéreas cuando el UAV despega y vuela en un espacio. La memoria muscular puede aumentar el tiempo de reacción, la precisión y la exactitud cuando el cardán está en modo activo. Proporcionar el mismo controlador para su uso tanto en el modo de simulación como en el modo activo del cardán puede familiarizar a un usuario con la sensibilidad de los controles en el control remoto. Por ejemplo, un usuario puede familiarizarse con el tiempo de respuesta del cardán a una entrada del control remoto. En otro ejemplo, un usuario puede familiarizarse con la magnitud de una respuesta en relación con el movimiento de una interfaz física en un control remoto. Adicionalmente, un usuario puede memorizar la ubicación de los mandos, botones, palancas de control y/o cuadrantes en un controlador remoto en un modo de simulación. Como consecuencia, cuando el cardán está en modo activo, la ubicación memorizada de estos componentes puede aumentar el tiempo de reacción y, por tanto, aumentar la capacidad de un usuario de controlar el cardán.

35 En algunos casos, un UAV, un cardán y/o una carga útil pueden configurarse para realizar tareas autónomas. Las tareas autónomas pueden producirse durante la simulación de cardán y/o durante el funcionamiento activo del cardán. Un usuario puede iniciar una tarea autónoma, por ejemplo, ordenando al UAV, cardán y/o carga útil que entre en un procedimiento de simulación de cardán. Después de que un usuario inicie una tarea autónoma, el UAV, el cardán y/o la carga útil pueden no requerir control o entrada adicional de un usuario mientras se realiza la tarea autónoma. Una tarea autónoma puede provocar que el UAV introduzca una secuencia predeterminada. La secuencia predeterminada puede incluir una serie de acciones que no requieren entrada de usuario. Por ejemplo, el UAV puede introducir una secuencia de vuelo predeterminada. Esto puede incluir una secuencia de despegue automática, una secuencia de aterrizaje automática o una trayectoria de vuelo predeterminada o semideterminada en relación con un entorno (virtual o real) o en relación con un punto de referencia (por ejemplo, estación en tierra, punto de destino). Otro ejemplo de una tarea autónoma para un UAV puede incluir el funcionamiento de uno o más sensores que pueden recopilar información acerca de un entorno del UAV. En otro ejemplo, la tarea autónoma puede incluir tareas de comunicación. Las tareas autónomas pueden referirse al funcionamiento del cardán y/o la carga útil del UAV. En un ejemplo, una tarea autónoma puede ser una orden para que el cardán entre en un modo de simulación y/o una orden para que el cardán salga de un modo de simulación. La tarea autónoma puede incluir transmisiones de datos de posición (real o virtual) del UAV al cardán en el modo de simulación. La tarea autónoma puede incluir estabilizar una carga útil en el cardán según uno o más modos de estabilización. La tarea autónoma puede incluir el seguimiento de un objetivo (real o virtual) con la carga útil. La tarea autónoma puede incluir cualquier función de la carga útil, tal como activar o desactivar la carga útil, introducir un modo de captura de imágenes diferente (por ejemplo, video frente a fotografías fijas, filtros, color y luz), zoom o cualquier otra función.

55 Una simulación de cardán puede acoplarse o no con una simulación de movimiento de vehículo. Por ejemplo, si un UAV soporta un cardán, la simulación de cardán puede acoplarse con una simulación de vuelo del UAV. El usuario puede tener control virtual del cardán y/o el UAV durante una simulación. En algunos casos, el usuario puede tener control virtual del cardán sin control virtual del UAV. Por ejemplo, el UAV puede volar de manera autónoma durante la simulación, mientras que el usuario practica el control del cardán solo. En otros casos, el usuario puede controlar tanto el vuelo del UAV como el funcionamiento del cardán para simular situaciones en las que el usuario pondrá ambos en funcionamiento.

60 La posición del UAV puede afectar al funcionamiento del cardán. Por ejemplo, una orientación de una carga útil puede verse afectada por una configuración del cardán y una orientación del UAV. De manera similar, una ubicación de la carga útil en el espacio puede verse afectada por una configuración del cardán y una ubicación del UAV en el espacio (por

ejemplo, coordenadas espaciales). La información acerca de una posición de UAV (real o virtual) puede usarse para ayudar en la simulación de cardán.

En el presente documento, los datos de posición pueden incluir datos de posición de vuelo de aeronave simulados que describen las posiciones de vuelo del UAV en un modo de simulación, tales como datos de posición de vuelo acerca de un eje de cabeceo, datos de posición de vuelo acerca de un eje de balanceo y datos de posición de vuelo acerca de un eje de guiñada, que pueden representarse respectivamente como `cabeceo_aeronave`, `balanceo_aeronave` y `guiñada_aeronave`. Los datos de posición puede incluir datos de ubicación espacial de aeronave simulados que pueden incluir una ubicación de un UAV en un espacio en un modo de simulación, tal como una latitud, longitud y/o altitud. Los datos de aeronave simulados pueden incluir cualquier tipo de datos de posición. En algunos casos, los datos de aeronave simulados pueden derivarse de datos reales del UAV en vuelo o de uno o más vuelos anteriores. Como alternativa, los datos de aeronave simulados pueden no basarse en datos de posición reales y pueden formar parte de los datos de simulación de vuelo. Los datos simulados pueden depender o no de una entrada de un usuario para controlar un vuelo virtual de la aeronave. En algunos casos, los datos simulados pueden generarse de manera aleatoria por un dispositivo informático a través de un generador de datos de posición que se ejecuta en el dispositivo informático. En algunos casos, los datos de aeronave simulados pueden ser datos de posición semiestáticos que se han almacenado por el usuario en el almacenamiento de un dispositivo informático, tal como un ordenador personal (PC) o un dispositivo móvil, y pueden actualizarse periódicamente según los datos de posición reales recientes del UAV. En algunos casos, los datos de aeronave simulados pueden almacenarse directamente en una memoria en cualquier ubicación para su uso en una simulación. La memoria puede ser a bordo del UAV, a bordo del cardán, a bordo de una carga útil, a bordo de un controlador remoto, a bordo de un dispositivo independiente (por ejemplo, un servidor) o parte de una infraestructura informática en la nube. Los datos de aeronave simulados pueden incluir cualquier tipo de datos de posición de aeronave (por ejemplo, datos de posición de vuelo, datos de ubicación espacial).

Durante una simulación, un usuario puede practicar el control del funcionamiento de un cardán. El usuario puede controlar directamente el funcionamiento virtual del cardán proporcionando una o más entradas que corresponden directamente a una reacción por el cardán. Por ejemplo, un usuario puede controlar cómo pueden rotar uno o más componentes de cardán. El usuario puede estar controlando directamente una rotación de una carga útil alrededor de un eje de cabeceo, guiñada y/o balanceo. Una entrada de usuario puede corresponder directamente a una rotación de la carga útil alrededor de uno o más ejes. Un usuario puede controlar cuánto rota el componente de cardán para producir una rotación de carga útil correspondiente, lo rápida que es la rotación o una aceleración de la rotación.

Un usuario puede controlar de manera indirecta el funcionamiento virtual del cardán proporcionando una o más entradas que pueden provocar que el cardán reaccione. Por ejemplo, la entrada puede provocar que el cardán realice una tarea autónoma sin intervención o entrada adicional por el usuario. En un ejemplo, la entrada puede provocar que el cardán lleve a cabo un seguimiento automático de un objeto. La carga útil puede permanecer orientada hacia el objeto incluso cuando puede cambiar la posición del UAV. El cardán puede compensar automáticamente el cambio en la posición del UAV.

En algunos casos, un usuario puede practicar ordenar a un cardán que realice una tarea autónoma. La orden de realizar una tarea autónoma puede proporcionarse al cardán en un modo de simulación mediante una interfaz idéntica a la interfaz usada en el modo activo. La interfaz puede ser un controlador remoto. La tarea autónoma puede establecer enlaces de comunicación con un UAV o con un almacenamiento o dispositivo informático externo para recibir datos de posición de vuelo de aeronave simulados. La tarea autónoma puede realizar, además, fusión de datos destinada a combinar los datos de posición que incluyen los datos de posición de vuelo de aeronave simulados del UAV y los datos de control de cardán del cardán con el fin de obtener datos de respuesta de cardán simulados del cardán.

Una simulación de cardán puede usar o no los datos de cardán reales. Un controlador remoto puede comunicarse con el cardán físico. Los datos acerca del cardán físico pueden usarse para ayudar en la simulación. Los datos pueden incluir información de posición de vuelo de cardán, tal como se describe adicionalmente en el presente documento. La información de posición de vuelo de cardán puede incluir una posición de vuelo de una carga útil soportada por el cardán. La información de posición de vuelo de cardán puede incluir una posición de vuelo de uno o más componentes de cardán. Los datos pueden incluir información acerca de las señales que se envían a uno o más accionadores de un cardán. Los datos pueden incluir información acerca de retroalimentación de uno o más accionadores del cardán. En algunos casos, los datos de cardán virtuales pueden usarse en lugar de o además de los datos de cardán reales. Por ejemplo, la información de posición de vuelo de cardán virtual puede proporcionarse basándose en señales desde el controlador remoto para controlar uno o más accionadores del cardán. Las señales desde el cardán físico pueden usarse o no en la generación de la información de posición de vuelo de cardán virtual o cualquier otro tipo de datos de cardán virtuales.

Los datos de control de cardán del cardán pueden incluir datos de posición de vuelo reales del cardán que se recopilan o se muestrean cuando el cardán está en funcionamiento. Por ejemplo, los datos de posición de vuelo reales del cardán se recopilan en tiempo real o casi en tiempo real cuando el cardán está rotando alrededor de uno o más de un eje de cabeceo, un eje de balanceo y un eje de guiñada. Esto puede producirse sin requerir la participación del UAV en vuelo. Por tanto, los datos de posición de vuelo reales del cardán pueden ser los datos de posición de vuelo de cabeceo, datos de posición de vuelo de balanceo y datos de posición de vuelo de guiñada del cardán con respecto a un UAV al que puede acoplarse el cardán. Por ejemplo, los datos de posición de vuelo de cabeceo, los datos de posición de vuelo de balanceo y los datos

de posición de vuelo de guiñada pueden representarse respectivamente como cabeceo\_cardán\_real, balanceo\_cardán\_real y guiñada\_cardán\_real.

- 5 Los datos de control de cardán pueden incluir datos de cardán reales y/o datos de cardán virtuales. Los datos de control de cardán pueden combinarse con datos de posición de UAV. Los datos de posición de UAV pueden ser datos de posición virtuales de UAV tales como posición de vuelo y/o ubicación. Los datos pueden combinarse en un sistema de generación de simulación. La generación de simulación puede incluir uno o más procesadores. El sistema de generación de simulación puede proporcionarse a bordo del UAV, a bordo del cardán, a bordo de la carga útil, a bordo del controlador remoto, a bordo de un dispositivo remoto, en una infraestructura informática en la nube o distribuirse en cualquier combinación.
- 10 En algunos casos, estos datos de posición de vuelo reales del cardán pueden transmitirse a un controlador remoto para fusión de datos con datos de posición que incluyen los datos de posición de vuelo simulados del UAV.
- 15 En algunos casos, los datos de control de cardán y los datos de posición del UAV pueden sincronizarse entre sí en un dominio de tiempo de manera que los datos de respuesta de cardán simulados resultantes del cardán son mucho más cercanos al entorno real y, por tanto, el usuario puede obtener un mejor efecto de entrenamiento. Las órdenes de usuario pueden enviarse al cardán, que puede responder físicamente o no, pero que puede dar como resultado la devolución de datos de respuesta de cardán. Al utilizar el cardán físico, los datos de respuesta de cardán pueden ser más realistas en tiempo y/o contenido de respuesta. Los datos de respuesta de cardán simulados pueden representarse como cabeceo\_cardán, balanceo\_cardán y guiñada\_cardán, que indican posiciones relativas del cardán con respecto a un sistema de referencia del cuerpo de UAV o que indican posiciones absolutas del cardán con respecto a un sistema de referencia inercial de superficie terrestre.
- 20 La simulación de control de cardán puede usar un dispositivo de visualización para representar un entorno simulado virtual del cardán. Una aplicación puede ejecutarse en un dispositivo de visualización. El dispositivo de visualización puede formar parte de un controlador remoto que puede controlar el funcionamiento del cardán. El dispositivo de visualización puede ser un dispositivo independiente del controlador remoto. El dispositivo de visualización puede comunicarse o no con el controlador remoto. El dispositivo de visualización puede montarse opcionalmente de manera extraíble en el controlador remoto o tener un sustrato compartido con el controlador remoto. El dispositivo de visualización puede estar físicamente separado del controlador remoto y puede comunicarse o no de manera inalámbrica con el controlador remoto. El dispositivo de visualización y el controlador remoto pueden formar parte de un sistema de control remoto.
- 25 La aplicación puede provocar que la visualización muestre un entorno virtual tridimensional. El entorno virtual puede mostrarse de una vista de tercero que también puede mostrar el UAV y/o el cardán. El entorno virtual puede mostrarse desde una perspectiva de un dispositivo de registro de imágenes soportado por el cardán. El dispositivo de visualización puede mostrar movimiento del cardán en el entorno. Esto puede mostrarse desde una perspectiva fuera del cardán que puede mostrar cómo los diversos componentes de cardán pueden moverse entre sí y/o en relación con el entorno. Además, la aplicación también puede mostrar una imagen de vídeo dinámicamente variada con los datos de posición de vuelo simulados resultantes del cardán. En algunos casos, el dispositivo de visualización puede mostrar de manera simultánea múltiples vistas. Por ejemplo, las múltiples vistas pueden incluir una vista desde una perspectiva fuera del UAV y/o cardán y una vista desde la perspectiva del dispositivo de registro de imágenes. De esta manera, la manipulación realizada por el usuario en el cardán puede visualizarse y el usuario puede ser capaz de ajustar de manera intuitiva el movimiento del cardán de manera que puedan capturarse imágenes o fotografías deseadas en este entorno de simulación.
- 30 Tal como se describió anteriormente, puede usarse un sistema de control del vehículo a bordo de un vehículo para controlar movimientos o posiciones de vuelo del vehículo. Cuando el vehículo es un UAV, entonces el sistema de control del vehículo puede ser un sistema de control de vuelo que puede usarse para controlar el vuelo del UAV dentro del entorno simulado o virtual. El sistema de control del vehículo puede formar parte de un sistema de generación de simulación. El sistema de control del vehículo puede incluir uno o más procesadores. El sistema de control del vehículo puede estar a bordo del UAV, a bordo del dispositivo de visualización, a bordo de la carga útil a bordo del controlador remoto, a bordo de un dispositivo independiente, parte de una infraestructura informática en la nube o distribuir cualquiera de estas. El sistema de control del vehículo puede usar datos de sensores virtuales o sensores reales para generar datos de posición de vuelo simulada o vuelo simulado del UAV. En algunos casos, un UAV puede funcionar en un modo de vuelo o en un modo simulado. Cuando está en modo de vuelo, el sistema de control de vuelo de UAV puede enviar señales a las unidades de propulsión del UAV para efectuar el vuelo del UAV. Cuando está en modo simulado, el sistema de control de vuelo de UAV puede enviar señales a un modelo físico sin enviar señales a las unidades de propulsión. El modelo físico puede proporcionar retroalimentación virtual, que puede ayudar a definir el vuelo simulado del UAV. El mismo sistema de control de vuelo puede usarse durante un vuelo real del UAV y vuelo simulado del UAV.
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55 Además, tal como se describió anteriormente, puede usarse un sistema de control remoto para controlar movimientos del cardán en el entorno simulado o virtual. El sistema de control remoto puede incluir un controlador remoto configurado para aceptar una entrada de usuario para efectuar el control del cardán. El sistema de control remoto puede configurarse para comunicarse con un sistema de control de cardán a bordo del UAV y/o cardán. El sistema de control remoto también puede configurarse para recibir los datos de posición de vuelo simulados del UAV y transmitir los datos de posición de vuelo simulados del cardán a un dispositivo de visualización para la visualización visual. El sistema de generación de

simulación puede ser o no el sistema de control remoto. El sistema de generación de simulación puede ser uno o más dispositivos independientes del sistema de control remoto.

En el presente documento, se proporcionan sistemas, métodos y dispositivos configurados para proporcionar una simulación de cardán realista. Una simulación de cardán realista puede ser una simulación para el control de cardán que comprende componentes usados en el funcionamiento real de un cardán. Los posibles componentes de un sistema de simulación de cardán realista se muestran en la figura 1. Un sistema de simulación de cardán realista puede comprender un controlador remoto 101, un dispositivo de visualización 102, un conector 103 entre el controlador remoto y el dispositivo de visualización, un vehículo 104, tal como un UAV, un cardán 105 soportado por el vehículo y una carga útil, tal como un dispositivo de captura de imágenes 106 soportado por el cardán.

Un sistema de control remoto puede comunicarse con un sistema de control de cardán. El sistema de control remoto puede incluir un controlador remoto y/o un dispositivo de visualización. Tal como se ilustra, el controlador remoto y el dispositivo de visualización pueden ser dispositivos independientes. El controlador remoto y el dispositivo de visualización pueden conectarse entre sí mediante un conector. El conector puede ser un cable flexible. El controlador remoto y el dispositivo de visualización pueden conectarse de manera directa entre sí. El controlador remoto y el dispositivo de visualización pueden conectarse de manera extraíble y directa entre sí o de manera permanente entre sí. El controlador remoto y el dispositivo de visualización puede conectarse de manera indirecta entre sí mediante uno o más dispositivos intermediarios. El controlador remoto y el dispositivo de visualización pueden conectarse de manera extraíble e indirecta entre sí o de manera permanente entre sí. El controlador remoto y el dispositivo de visualización puede estar separados físicamente entre sí. El controlador remoto y el dispositivo de visualización pueden estar en comunicación entre sí. El controlador remoto y el dispositivo de visualización pueden estar en comunicación mediante una conexión cableada o mediante conexiones inalámbricas. En algunos casos, pueden proporcionarse comunicaciones inalámbricas directas. Como alternativa, pueden proporcionarse comunicaciones inalámbricas indirectas, tales como comunicaciones con uno o más dispositivos intermediarios (por ejemplo, estaciones base, satélites, torres) o a través de una red. El controlador remoto y el dispositivo de visualización pueden ser el mismo dispositivo. Un controlador remoto puede aceptar ambas entradas para afectar al funcionamiento del UAV y/o cardán e información de visualización respecto a la simulación. El sistema de control remoto puede abarcar un único dispositivo o múltiples dispositivos.

El controlador remoto puede usarse para controlar el funcionamiento de un cardán en un modo activo o un modo de simulación. El controlador remoto puede ser el mismo controlador remoto que se usa para controlar un UAV en una operación de vuelo real o en un modo de simulación. En algunos casos el controlador remoto puede ser una copia idéntica o similar de un controlador remoto que se usa para controlar un cardán y/o un UAV en una operación de vuelo real. El controlador remoto puede tener cualquier combinación de mecanismos de interfaz de usuario físico. Un mecanismo de interfaz de usuario físico puede ser un componente en el controlador remoto que un usuario toca o manipula para controlar al menos una función del cardán y/o UAV. En un ejemplo, un mecanismo de interfaz de usuario físico puede ser un botón, una palanca de control, una palanca, una bola de rodillo, una pantalla táctil, un conmutador, un cuadrante o un mando. La interfaz física puede incluir uno o más sensores inerciales que pueden medir una posición de vuelo del controlador remoto. En algunos casos, la interfaz física de usuario puede comprender dos o más palancas de control. Las palancas de control pueden moverse de manera vertical y/u horizontal. Las palancas de control pueden moverse tanto de manera vertical como de manera horizontal. Las palancas de control pueden usarse para controlar el cabeceo, el balanceo y la guiñada, y, por tanto, los mecanismos de interfaz física de usuario pueden configurarse de manera que un usuario puede controlar el movimiento del cardán alrededor del eje de cabeceo, guiñada y/o balanceo tal como se representa en la figura 1. Los mecanismos de interfaz física de usuario pueden configurarse, además, para proporcionar a un usuario el control de las operaciones del cardán y/o UAV en el entorno simulado. En algunas realizaciones, pueden usarse uno o más controles para controlar el cardán y el UAV. Los controles pueden ser controles físicos o virtuales. Por ejemplo, los controles físicos pueden ser el mismo conjunto de palancas de control que puede usarse para controlar el cardán y el UAV y los controles virtuales pueden ser teclas de dirección virtuales para controlar el cardán y el UAV. En otras realizaciones, pueden usarse diferentes conjuntos de palancas de control para controlar el cardán y el UAV. De manera similar, puede usarse la misma interfaz física de usuario para controlar el cardán y el UAV. Como alternativa, pueden usarse diferentes interfaces físicas de usuario para controlar el cardán y el UAV. Puede usarse el mismo controlador remoto para controlar el cardán y el UAV. En algunas realizaciones, puede proporcionarse un controlador remoto de cardán y un controlador remoto de UAV como dispositivos independientes. El controlador remoto de cardán y el controlador remoto de UAV pueden conectarse o no de manera física entre sí. El controlador remoto de cardán y el controlador remoto de UAV pueden estar o no en comunicación entre sí. Un controlador remoto de cardán y un controlador remoto de UAV pueden configurarse para ponerse en funcionamiento de manera simultánea por el mismo usuario. Como alternativa, el controlador remoto de cardán y el controlador remoto de UAV pueden configurarse para ponerse en funcionamiento por diferentes usuarios de manera simultánea. En algunos casos, para la simulación de cardán, solo se proporcionan controles para el cardán. Como alternativa, pueden proporcionarse controles tanto para el cardán como para el UAV.

En algunos casos, la interfaz física de usuario puede proporcionar mecanismos para controlar acciones no de vuelo del UAV. Una acción no de vuelo puede ser el movimiento de un sensor o una carga útil a bordo del UAV. La acción no de vuelo también puede incluir el accionamiento de un cardán del UAV que puede configurarse para transportar una carga útil. Otro ejemplo de una acción no de vuelo puede ser la recopilación y/o notificación de los datos de posición de vuelo simulados recopilados anteriormente por un sensor a bordo del UAV. Adicionalmente, la interfaz física de usuario puede proporcionar mecanismos para iniciar una tarea o acción autónoma por el UAV. En un ejemplo, una tarea o acción

5 autónoma puede ser transmisiones de los datos de posición que incluyen los datos de posición de vuelo simulados por el UAV a un sistema de control remoto en el controlador remoto. En algunas realizaciones, controlar las operaciones del cardán 105 puede incluir controlar la aceleración de rotación de uno o más componentes del cardán, la velocidad de rotación de uno o más componentes del cardán, las posiciones de vuelo de uno o más componentes del cardán y/o la potencia al cardán o más componentes del cardán.

Según algunas realizaciones, el controlador remoto puede conectarse a un dispositivo de visualización a través de una conexión inalámbrica o cableada. Puede proporcionarse cualquier otra configuración o relación del controlador remoto y el dispositivo de visualización, tal como se describió anteriormente.

10 El dispositivo de visualización puede ser un dispositivo que comprende un componente informático y una pantalla de representación visual. El componente informático puede comprender uno o más procesadores y uno o más dispositivos de almacenamiento de memoria. Los procesadores pueden configurarse para ejecutar instrucciones según un medio legible por ordenador no transitorio. La memoria puede comprender medios legibles por ordenador no transitorios que comprenden código, lógica o instrucciones para realizar una o más etapas descritas en el presente documento. El dispositivo de visualización puede comprender medios legibles por ordenador no transitorios que comprenden instrucciones de programa para realizar una simulación de control de cardán. El dispositivo de visualización puede ser un dispositivo móvil, tal como un teléfono inteligente. En algunos casos, el dispositivo de visualización puede ser un ordenador de sobremesa, un ordenador portátil, una tableta o unos cascos de realidad virtual. Como alternativa, el dispositivo de visualización puede ser una combinación de un componente informático y una pantalla de representación visual donde una pantalla de representación visual puede ser una pantalla táctil, un proyector, una pantalla LCD, una pantalla de plasma, una pantalla LED u OLED, una televisión o un monitor.

15 El dispositivo de visualización puede proporcionar una representación textual y/o visual de datos de posición de vuelo simulada del cardán durante una simulación de control de cardán. En algunos casos, el dispositivo de visualización puede proporcionar adicionalmente retroalimentación de audio durante una simulación de control de cardán. El dispositivo de visualización puede configurarse para recibir una entrada de usuario a través de un componente interactivo de usuario, tal como una pantalla táctil, un conmutador, un botón, una tecla, un mando, un ratón, un cursor, una bola de mando, una palanca de control, un panel táctil, un micrófono de sensores inerciales (por ejemplo, acelerómetros, giroscopios, magnetómetros), un sensor visual o un sensor infrarrojo. El componente interactivo de usuario puede recibir entradas táctiles, entradas de posición, entradas de audio o entradas visuales.

20 El controlador remoto puede estar en comunicación con el dispositivo de visualización. La comunicación entre el controlador remoto y el dispositivo de visualización puede proporcionarse a través de una conexión inalámbrica o cableada. Una conexión inalámbrica puede proporcionarse entre el controlador remoto y el dispositivo de visualización a través de una conexión RF, una conexión IR, una red Wi-Fi, una red de área local inalámbrica (WLAN), una red celular o cualquier otra red inalámbrica disponible. Adicional o alternativamente, una conexión cableada puede proporcionarse entre el controlador remoto y el dispositivo de visualización a través de una conexión cableada permanente, una conexión de cable coaxial, una conexión Firewire, una conexión MIDI, una conexión eSATA, una conexión Ethernet o cualquier otra conexión cableada disponible que permite transmisión de datos. En algunos casos, la conexión cableada puede ser una conexión a través de un cable USB 103 mediante puertos USB. En algunos casos, el dispositivo de visualización está integrado en el controlador remoto y forma parte del controlador remoto. Por tanto, sería fácil para el usuario observar la simulación del control de cardán sujetando simplemente el controlador remoto.

25 En algunas realizaciones, el controlador remoto y/o el dispositivo de visualización pueden estar en comunicación a través de una conexión inalámbrica o cableada con un sistema de control del vehículo o controlador de vuelo. El sistema de control del vehículo puede estar o no a bordo del UAV. En algunas realizaciones, el sistema de control del vehículo puede estar a bordo del controlador remoto o del dispositivo de visualización. El sistema de control del vehículo puede configurarse para generar datos de posición que describen una posición de vuelo simulada del UAV en respuesta a una entrada desde el controlador remoto y/o el dispositivo de visualización. Los datos de posición pueden incluir o no una ubicación espacial simulada del UAV. El sistema de control del vehículo puede recibir entrada de un usuario a través del controlador remoto y/o el dispositivo de visualización. El sistema de control del vehículo puede comunicar la entrada a un sistema de uno o más componentes que puede generar datos de sensor virtual o real y comunicar estos datos de vuelta al sistema de control del vehículo. Basándose en los datos de sensor virtual o real, el sistema de control del vehículo puede generar datos de posición, tales como datos de posición de vuelo simulada del UAV, y transmitir estos datos simulados al sistema de generación de simulación.

30 El sistema de control remoto puede ser remoto al UAV y/o el cardán. El sistema de control remoto puede ser remoto al sistema de control de cardán. La ubicación del UAV y/o el cardán puede ser independiente de la ubicación del sistema de control remoto. En algunos casos, puede haber un intervalo limitado entre el UAV y/o el cardán y el sistema de control remoto. Como alternativa, puede no haber límite al intervalo entre el UAV y/o el cardán y el sistema de control remoto.

35 El controlador remoto y/o el dispositivo de visualización pueden estar en comunicación a través de una conexión inalámbrica o cableada con un sistema de control de cardán. El sistema de control de cardán puede estar o no a bordo del cardán y/o UAV. En algunas realizaciones, el sistema de control de cardán puede estar a bordo del controlador remoto o el dispositivo de visualización. El sistema de control de cardán puede configurarse para generar datos de posición que describen una posición de vuelo simulada de la carga útil o uno o más componentes de cardán en respuesta a una entrada

desde el controlador remoto y/o el dispositivo de visualización. La información de posición de vuelo puede ser con respecto a un entorno virtual o el UAV. El sistema de control de cardán puede recibir entrada de un usuario a través del controlador remoto y/o el dispositivo de visualización. El sistema de control de cardán puede comunicar la entrada a un sistema de uno o más componentes que puede generar datos de sensor virtual o real y comunicar estos datos de vuelta al sistema de control de cardán. Basándose en los datos de sensor virtual o real, el sistema de control de cardán puede generar datos de posición, tales como datos de posición de vuelo simulada del cardán, y transmitir estos datos simulados al sistema de generación de simulación. El cardán puede moverse o no en respuesta a las entradas de usuario.

El sistema de generación de simulación puede incluir el controlador remoto. El sistema de generación de simulación puede estar en cualquier otro dispositivo, tal como se describe en otra parte en el presente documento, o distribuirse a través de múltiples dispositivos. En el sistema de generación de simulación, pueden combinarse datos para generar datos de respuesta de cardán simulados. Los datos de respuesta de cardán simulados pueden incluir los datos de posición de vuelo simulados del cardán. Los datos de posición de vuelo simulados del cardán pueden estar relacionados con el entorno. La información de posición de UAV simulada puede combinarse con la información de posición de cardán simulada (por ejemplo, con respecto al UAV) para generar los datos de respuesta de cardán simulados. A continuación, se describirá el método de obtención de datos de posición que incluyen datos de posición de vuelo simulada del UAV y datos de control de cardán que incluyen los datos de posición de vuelo reales del cardán.

El UAV puede ponerse en funcionamiento en un primer o segundo modo de funcionamiento. En el primer modo de funcionamiento, el UAV puede volar en un entorno real recibiendo instrucciones o entrada desde un controlador remoto 101. Por tanto, el primer modo de funcionamiento puede ser un modo de vuelo o un modo activo.

El segundo modo de funcionamiento puede ser un modo de simulación. En un segundo modo de funcionamiento, el UAV puede permanecer físicamente inactivo y puede no autopropulsarse en el entorno real. Una o más unidades de propulsión 107 del UAV pueden no funcionar mientras el UAV está en el modo de simulación, que puede ser compatible con un modo de simulación del cardán tal como se comentará posteriormente. En el modo de simulación, uno o más componentes a bordo del UAV pueden contribuir a una simulación de control de cardán.

Cuando el UAV está funcionando en un modo de vuelo, el controlador remoto puede proporcionar una entrada al sistema de control del vehículo. La entrada proporcionada por el controlador remoto puede ser datos de control de vuelo. Los datos de control de vuelo pueden ser una orden que cambia una trayectoria de vuelo o provoca que se inicie o se detenga un acontecimiento de vuelo. En un ejemplo, los datos de control de vuelo pueden ser una orden para poner en marcha un sistema de propulsión, detener un sistema de propulsión, aumentar la potencia a un sistema de propulsión, disminuir la potencia a un sistema de propulsión, cambiar el rumbo de un UAV, cambiar la elevación del UAV, encender un sensor en un UAV, apagar un sensor en un UAV, notificar datos de sensor de un sensor a bordo del UAV o iniciar una función de piloto automático en el UAV. El sistema de control del vehículo puede recibir y procesar los datos de control de vuelo usando uno o más procesadores. Los procesadores pueden configurarse para, de manera individual o conjunta, transformar los datos de control de vuelo en una orden para alterar, iniciar o parar una acción de vuelo. Los procesadores pueden transformar los datos de control de vuelo de manera idéntica tanto en el modo de funcionamiento de simulación como en el de vuelo.

Cuando el UAV 104 está en el modo de vuelo, los datos de control de vuelo pueden comunicarse a una o más unidades de propulsión del UAV. Un sistema de control del vehículo (por ejemplo, a bordo del UAV) puede configurarse para generar una o más señales de vuelo para comunicarse con la una o más unidades de propulsión cuando el UAV está en el modo de vuelo. Cuando el UAV está en el modo de vuelo, la una o más unidades de propulsión pueden configurarse para accionar y permitir el vuelo del UAV en respuesta a las señales de vuelo. La una o más unidades de propulsión pueden configurarse, además, para permanecer inactivas y no permitir el vuelo del UAV cuando el UAV está en el modo de simulación en el que la una o más unidades de propulsión pueden no recibir una señal de vuelo.

Opcionalmente, en un modo de vuelo, el controlador remoto puede configurarse para controlar el accionamiento de control de un soporte, tal como el cardán que sujeta una carga útil del UAV. El cardán puede estar adherido de manera permanente al UAV o puede estar unido de manera extraíble al UAV. El cardán puede incluir uno o más componentes de cardán que pueden moverse entre sí. Los componentes de cardán pueden rotar alrededor de uno o más ejes entre sí. El cardán puede incluir uno o más accionadores que efectúan la rotación del uno o más componentes de cardán entre sí. Los accionadores pueden ser motores. Los accionadores pueden permitir la rotación en una dirección en el sentido de las agujas del reloj y/o en sentido contrario a las agujas del reloj. Los accionadores pueden proporcionar o no señales de retroalimentación respecto a la posición o el movimiento de los accionadores. En algunos casos, uno o más componentes de cardán pueden soportar o cargar el peso de componentes de cardán adicionales. En algunos casos, los componentes de cardán pueden permitir la rotación de una carga útil alrededor de un eje de balanceo, guiñada y/o cabeceo. Un componente de cardán puede permitir la rotación alrededor de un eje de cabeceo, otro componente de cardán puede permitir la rotación alrededor de un eje de guiñada y otro componente de cardán puede permitir la rotación alrededor de un eje de balanceo.

El cardán puede soportar una carga útil. La carga útil puede estar adherida de manera permanente al cardán o puede estar unida de manera extraíble a un cardán. La carga útil puede estar soportada por un componente de cardán. La carga útil puede dirigirse conectada al componente de cardán. La carga útil puede permanecer en una posición fija en relación con el componente de cardán. Como alternativa, la carga útil puede rotar en relación con el componente de cardán.

Una carga útil puede ser un sensor externo, por ejemplo, una unidad de cámara que incluye el dispositivo de captura de imágenes. El dispositivo de captura de imágenes puede moverse independientemente del movimiento del UAV. El dispositivo de captura de imágenes puede moverse en relación con el UAV con ayuda del cardán. De manera similar a las unidades de propulsión, cuando el UAV está en el modo de vuelo, un soporte, una carga útil, un sensor y/u otro componente del UAV puede recibir, de uno o más sistemas de control a bordo del UAV, una variedad de señales de control que pueden provocar operaciones correspondientes dirigidas al soporte, la carga útil, el sensor y/u otro componente. Cuando el UAV está en el modo de simulación, un usuario puede practicar el control de la dirección de una cámara a bordo del UAV sin activar prácticamente el UAV para despegar. Cuando el cardán está en un modo de simulación, el usuario puede practicar el control de la dirección de la cámara sin activar prácticamente el cardán para rotar. Como alternativa, en el modo de simulación, el cardán puede rotar todavía.

En algunas realizaciones, el UAV puede participar en la simulación de control de cardán. Cuando el usuario desee simular el control de cardán, el UAV y/o el cardán pueden encenderse por una orden de usuario del controlador remoto. El sistema de control de cardán o el sistema de control del vehículo pueden transmitir los datos de posición, que pueden incluir datos de posición de vuelo simulados del UAV y/o datos de posición de vuelo simulados del cardán a un sistema de generación de simulación. El sistema de generación de simulación puede incluir el sistema de control remoto en el controlador remoto. En el sistema de generación de simulación, la fusión de datos podría realizarse para generar los datos de respuesta de cardán simulados. Alternativa o adicionalmente, el sistema de generación de simulación puede incluir un sistema de control de cardán a bordo del cardán y/o el UAV y entonces los datos de respuesta de cardán simulados resultantes pueden transmitirse al sistema de control remoto mediante una conexión inalámbrica o cableada tal como se comentó anteriormente. El sistema de control remoto puede incluir el controlador remoto y/o el dispositivo de visualización 102. La respuesta de cardán simulada puede visualizarse en el dispositivo de visualización.

En algunas realizaciones, el UAV puede comprender un receptor configurado para recibir una señal de modo que indica que el UAV está en un modo primero o segundo. La señal de modo puede proporcionarse por el controlador remoto, el dispositivo de visualización o un dispositivo independiente en comunicación con el receptor. En algunos casos, la señal puede proporcionarse a través de un componente de hardware en el UAV. El componente de hardware puede manipularse por un usuario para proporcionar la señal al UAV. Por ejemplo, el componente de hardware puede ser un conmutador, un botón o un mando que puede desplazarse físicamente entre una posición primera y segunda para proporcionar una señal que indica un modo primero o segundo. En otro ejemplo, un modo de vuelo puede ser un modo por defecto para el UAV y el UAV puede funcionar en el modo de vuelo a menos que una señal de modo indique un cambio al modo de simulación en el que el UAV funciona para facilitar la simulación de control de cardán. Tal como se describió anteriormente, el UAV puede transmitir sus datos de posición simulados a un sistema de generación de simulación (por ejemplo, el sistema de control remoto, el sistema de control de cardán). Adicional o alternativamente, el sistema de generación de simulación puede estar a bordo del UAV y el UAV puede realizar la fusión de datos por sí mismo basándose en los datos de control de cardán recibidos desde el controlador remoto.

El cardán puede tener o no un receptor independiente configurado para recibir una señal de modo que indica si el cardán está en el primer modo o el segundo modo. La señal de modo puede proporcionarse por el controlador remoto, el dispositivo de visualización o un dispositivo independiente en comunicación con el receptor de cardán. En algunos casos, la señal puede proporcionarse a través de un componente de hardware en el cardán. El componente de hardware puede manipularse por un usuario para proporcionar la señal al cardán. Por ejemplo, el componente de hardware puede ser un conmutador, un botón o un mando que puede desplazarse físicamente entre una posición primera y segunda para proporcionar una señal que indica un modo primero o segundo. En otro ejemplo, un modo activo puede ser un modo por defecto para el cardán y el cardán puede funcionar en el modo activo a menos que una señal de modo indique un cambio en el modo de simulación. En algunas realizaciones, un UAV puede comunicar automáticamente una selección de modo al cardán. El modo de cardán puede actualizarse automáticamente para coincidir con el modo de UAV. Por ejemplo, si el UAV está en un modo de vuelo, el cardán puede estar automáticamente en modo activo. Si el UAV está en un modo de simulación, el cardán también puede estar en un modo de simulación.

En algunas realizaciones, no puede usarse ninguno de los componentes a bordo del UAV en la simulación de control de cardán. Por ejemplo, en un modo de simulación, un UAV virtual puede hacerse volar en un entorno simulado o virtual y, por tanto, los datos de posición que incluyen los datos de posición de vuelo simulados del UAV pueden obtenerse o generarse en un entorno de este tipo. El UAV virtual y el entorno virtual pueden existir matemáticamente en un espacio simulado o virtual, tal como uno establecido en un entorno informático. El UAV virtual puede tener la misma funcionalidad en el entorno virtual que el UAV real en el entorno real. Dicho de otro modo, no se requiere que un UAV real implemente la simulación para el control de cardán. La simulación de control de cardán puede implementarse de muchas maneras diferentes y flexibles sin el UAV real siempre y cuando estén disponibles los datos de posición que incluyen los datos de posición de vuelo simulados del UAV. Los datos de posición de vuelo simulados del UAV pueden provenir o no de un UAV real. Los datos de posición de vuelo simulados para el UAV pueden generarse o no por un sistema de control del vehículo del UAV. Los datos de posición de vuelo simulados para el UAV pueden generarse con la ayuda de uno o más procesadores basándose solamente en un UAV virtual.

En algunas realizaciones, el cardán 105 puede ponerse en funcionamiento en un primer modo de funcionamiento o un segundo modo de funcionamiento. En el primer modo de funcionamiento, el cardán puede estar soportado por el UAV 104 y puede soportar un dispositivo de captura de imágenes 106. Además, el cardán puede haberse encendido y puede estar preparado para transportar el dispositivo de captura de imágenes para fotografías aéreas en vez de realizar

operaciones de simulación. Opcionalmente, el dispositivo de captura de imágenes puede encenderse cuando el cardán está en el primer modo de funcionamiento. El dispositivo de captura de imágenes puede configurarse para comunicar imágenes capturadas en tiempo real en el primer modo de funcionamiento. Por tanto, el primer modo de funcionamiento del cardán en el presente documento puede ser un modo activo.

5 En el segundo modo de funcionamiento, el cardán 105 puede estar soportado o no por el UAV 104. Además, el cardán puede soportar o no el dispositivo de captura de imágenes. Aunque el cardán puede ajustar su disposición y, en algunas realizaciones, si se monta el dispositivo de captura de imágenes, accionar el dispositivo de captura de imágenes para rotar y moverse por uno o más accionadores dispuestos en el cardán, los movimientos del cardán en el presente documento están meramente destinados a producir los datos de control de cardán que incluyen los datos de posición de vuelo reales del cardán en vez de generar que el dispositivo de captura de imágenes realice fotografías aéreas prácticas. Dicho de otro modo, el segundo modo de funcionamiento del cardán es un modo de simulación en el que los datos de control de cardán que incluyen los datos de posición de vuelo de cardán reales del cardán pueden recopilarse para generar los datos de respuesta de cardán simulados. Esto puede proporcionar retroalimentación realista para el usuario, tal como la cantidad de cardán que acabará moviéndose físicamente en respuesta a una entrada de usuario. Los datos de posición de vuelo de UAV simulados pueden usarse en combinación para generar los datos de respuesta de cardán simulados. En algunas realizaciones, el cardán no ajusta su disposición y el dispositivo de captura de imágenes no se rota. La información de los sensores reales a bordo del cardán puede usarse o no como datos de posición de vuelo de cardán virtuales. En algunos casos, la comunicación puede producirse con un sistema de control de cardán. El sistema de control de cardán puede enviar instrucciones a los accionadores de cardán para moverse en un modo activo. En un modo de simulación, el sistema de control de cardán puede no enviar realmente la señal para provocar que el accionador se mueva, sino que puede generar las señales y generar datos de posición de vuelo de cardán simulados.

En el segundo modo de funcionamiento, el dispositivo de captura de imágenes puede encenderse o no. En algunos casos, se apaga el dispositivo de captura de imágenes. En el segundo modo de funcionamiento, el dispositivo de captura de imágenes puede estar grabando o transmitiendo o no datos de imágenes capturados por el dispositivo de captura de imágenes. En algunos casos, el dispositivo de captura de imágenes no está grabando o transmitiendo los datos de imágenes en el modo de simulación. En su lugar, los datos de imágenes virtuales pueden generarse y visualizarse en un dispositivo de visualización. Los datos de imágenes virtuales pueden reflejar una posición virtual del dispositivo de captura de imágenes dentro del entorno virtual. La posición virtual del dispositivo de captura de imágenes con respecto al entorno virtual puede reflejar los datos de respuesta de cardán simulados.

30 En algunas realizaciones, el cardán puede incluir un receptor a través del cual un usuario puede iniciar un conmutador de modos entre un modo activo y un modo de simulación del cardán. En un ejemplo, un usuario puede elegir usar el cardán en un modo de simulación. Con este fin, el usuario puede proporcionar una señal de conmutación de modo o una señal de selección de modo al receptor para indicar que el cardán debería funcionar en un modo de simulación. El usuario puede proporcionar la señal de conmutación de modo mediante una interfaz física en el cardán (por ejemplo, un conmutador, un botón, una palanca o un mando). En algunos casos, el usuario puede proporcionar la señal de conmutación de modo a través del controlador remoto mediante un mecanismo de interfaz física en el controlador remoto. En algunos casos, puede usarse un dispositivo remoto o alternativo, que puede ser diferente del controlador remoto usado para el control del cardán o del UAV, para enviar una señal de conmutación de modo al cardán.

40 Adicional o alternativamente, el dispositivo de visualización puede usarse para enviar una señal de conmutación de modo al cardán. Por ejemplo, cuando se enciende el dispositivo de visualización, puede conectarse automáticamente a una unidad de comunicación dispuesta en el cardán. El cardán puede entrar automáticamente en el modo de simulación por defecto siempre que el dispositivo de visualización esté en comunicación con el cardán. En algunos casos, el cardán puede no entrar automáticamente en el modo de simulación y el usuario puede comunicar una señal de conmutación de modo para el receptor dispuesto en el cardán a través del dispositivo de visualización usando, por ejemplo, una pantalla táctil en el dispositivo de visualización.

Cuando el receptor dispuesto en el cardán recibe una señal de conmutación de modo para conmutar el modo del modo de simulación al modo activo, el cardán puede parar inmediatamente el modo de simulación y encender el modo activo, en el que el cardán se prepara para funcionar con el UAV mientras el UAV está en vuelo para realizar fotografías aéreas mediante el dispositivo de captura de imágenes.

50 Opcionalmente, en un modo de simulación, el controlador remoto puede configurarse para el accionamiento de control de un soporte (por ejemplo, el cardán) que sujeta una carga útil del UAV (por ejemplo, el dispositivo de captura de imágenes). Una carga útil puede ser un sensor externo, por ejemplo, una unidad de cámara. La carga útil puede moverse independientemente del movimiento del UAV. Opcionalmente, en el modo de simulación, el controlador remoto puede configurarse para el accionamiento de control del soporte (por ejemplo, el cardán), que puede estar o no físicamente a bordo del UAV. Por ejemplo, un usuario puede practicar el control de las instrucciones de una cámara a bordo de un UAV en una simulación de control de cardán usando un sistema de control de cardán que puede estar a bordo del UAV, el cardán, el controlador remoto, el dispositivo de visualización u otro dispositivo. En otro ejemplo, el usuario puede practicar el control de las instrucciones de una cámara soportada por un cardán que puede no estar en un UAV u otro vehículo. El usuario puede centrarse así en practicar el control de cardán solo sin preocuparse de otras funciones de UAV o mientras permite que se simulen las funciones de UAV.

Puede proporcionarse un sistema de simulación de cardán. El sistema de simulación de cardán puede comprender el cardán a bordo del vehículo. El sistema de simulación de cardán puede comprender, además, un sistema de control de cardán a bordo del cardán, el vehículo, la carga útil o cualquier otro dispositivo o componente descrito en el presente documento. El sistema de control de cardán puede configurarse para recibir datos de control de cardán de un sistema de control remoto y recibir datos de posición que describen una posición de vuelo simulada del vehículo. La posición simulada del vehículo puede generarse a partir de un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo o puede generarse de manera virtual sin requerir el vehículo físico. La posición simulada puede basarse al menos parcialmente en una orientación simulada del vehículo. Además, los datos de posición que describen una posición de vuelo del vehículo desde el sistema de control del vehículo a bordo del vehículo pueden basarse al menos parcialmente en datos meteorológicos simulados.

En algunas realizaciones, los datos de posición que describen una posición de vuelo del vehículo se basan al menos parcialmente en los datos de posición que describen la posición de vuelo simulada del vehículo que incluye al menos una de (1) la rotación del vehículo alrededor de un eje de cabeceo, (2) la rotación del vehículo alrededor de un eje de guiñada o (3) la rotación del vehículo alrededor de un eje de balanceo. Los datos de posición pueden incluir una ubicación espacial simulada del vehículo. La ubicación espacial simulada del vehículo puede incluir al menos una de (1) una latitud, (2) una longitud o (3) una altitud del vehículo. La ubicación espacial simulada del vehículo puede generarse basándose en salida simulada a las unidades de propulsión. La ubicación espacial simulada puede basarse, además, en datos meteorológicos simulados.

El sistema de control de cardán puede generar datos de respuesta de cardán simulados basándose en (i) los datos de control de cardán y (ii) los datos de posición que describen la posición de vuelo simulada del vehículo. Los datos de control de cardán pueden incorporar o no datos del cardán físico o el sistema de control de cardán usados para controlar el cardán físico. El sistema de simulación de cardán puede comprender adicionalmente una unidad de comunicación configurada para transmitir los datos de respuesta de cardán simulados al sistema de control remoto. Los datos de respuesta de cardán simulados en el presente documento pueden generarse por uno o más procesadores. Los datos de respuesta de cardán simulados pueden generarse en un sistema de generación de simulación.

En algunas realizaciones, los datos de respuesta de cardán simulados se determinan basándose en una señal de modo de cardán. La señal de modo de cardán puede generarse en el sistema de control remoto remoto al vehículo. Además, la señal de modo de cardán se genera en respuesta a una entrada de usuario que indica una selección de un modo de cardán de la pluralidad de modos de cardán. Los datos de respuesta de cardán simulados pueden obtenerse por un dispositivo de visualización que comprende una pantalla de representación visual que muestra la información de estado de cardán simulada del cardán. La información de estado de cardán simulada incluye datos visuales simulados capturados por una cámara soportada por el cardán. El sistema de control remoto puede incluir un controlador remoto usado para poner en funcionamiento el vehículo y/o el cardán en una operación de vuelo real. El controlador remoto puede incluir uno o más controles de palanca de control útiles para controlar el rumbo de dirección del cardán.

En algunas realizaciones, el sistema de simulación de cardán puede comprender, además, un dispositivo de visualización que recibe los datos de respuesta de cardán simulados y visualiza una ilustración visual del cardán en una orientación descrita por los datos de respuesta de cardán. El dispositivo de visualización puede formar parte del sistema de control remoto. El dispositivo de visualización puede integrarse con el controlador remoto, puede conectarse al controlador remoto o puede comunicarse con el controlador remoto. El dispositivo de visualización puede ser un dispositivo portátil en comunicación con el sistema de control de cardán. El dispositivo de visualización puede comunicarse directamente con el sistema de control de cardán o puede comunicarse con el sistema de control de cardán a través del controlador remoto. El controlador remoto puede comunicarse directamente con el sistema de control de cardán o puede comunicarse con el sistema de control de cardán a través del dispositivo de visualización. El controlador remoto y/o el dispositivo de visualización pueden comunicarse directamente con el sistema de control de cardán o pueden comunicarse con el sistema de control de cardán a través del UAV o la carga útil.

Según las realizaciones de la invención, la simulación de control de cardán puede permitir que el usuario se familiarice más con la utilización del cardán 105 para controlar la dirección en la que el dispositivo de captura de imágenes se dirige actualmente para fotografías aéreas.

La figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra esquemáticamente un método de simulación del control de cardán según una realización de la invención. Cualquiera de las etapas son opcionales y/o pueden realizarse en diferente orden. Cualquiera de las etapas puede intercambiarse por otras etapas.

El método de simulación del control de cardán puede incluir la obtención de datos de control de cardán y datos de posición del vehículo 201. Los datos de respuesta de cardán simulados pueden generarse basándose en los datos de control de cardán y los datos de posición 202. La respuesta de cardán simulada puede transmitirse a un sistema de control remoto 203.

Pueden obtenerse los datos de control de cardán y los datos de posición del vehículo 201. Los datos de control de cardán pueden enviarse desde un sistema de control remoto. El sistema de control remoto puede configurarse para comunicarse con un sistema de control de cardán. Los datos de control de cardán pueden generarse basándose en una entrada de un usuario en un controlador remoto del sistema de control remoto. La entrada del usuario puede ser un control directo del

cardán o puede ser un control indirecto del cardán que puede iniciar una acción automática por el cardán. Los datos de control de cardán pueden incluir o no medidas del cardán en respuesta a la entrada de usuario. Los datos de control de cardán pueden incluir o no una posición de vuelo de cardán simulada con respecto a un vehículo en respuesta a la entrada de usuario. Los datos de posición del vehículo pueden describir una posición de vuelo simulada de un vehículo. La posición de vuelo simulada del vehículo puede generarse por un sistema de control del vehículo de un vehículo o con ayuda de cualquier componente físico del vehículo. Como alternativa, la posición de vuelo simulada del vehículo puede generarse de manera completamente virtual sin requerir un vehículo físico o un sistema de control de vehículo del vehículo. Los datos de posición del vehículo pueden incluir o no una ubicación espacial simulada del vehículo. La ubicación espacial simulada del vehículo puede generarse por el sistema de control de vehículo del vehículo o con ayuda de cualquier componente físico del vehículo. Como alternativa, la ubicación espacial simulada puede generarse de manera completamente virtual sin requerir un vehículo físico o un sistema de control de vehículo del vehículo.

Los datos de respuesta de cardán simulados se generan basándose en los datos de control de cardán y los datos de posición del vehículo 202. Los datos de posición del vehículo pueden describir la posición de vuelo simulada del vehículo. Los datos de posición del vehículo pueden describir o no la ubicación espacial simulada del vehículo. Los datos de respuesta de cardán simulados pueden generarse en un sistema de control de cardán. Los datos de respuesta de cardán simulados pueden generarse en un sistema de generación de simulación, que puede incluir o no el sistema de control de cardán. Los datos de respuesta de cardán simulados pueden incluir información acerca de la posición del cardán. La información acerca de la posición del cardán puede estar relacionada con un entorno virtual. Por ejemplo, la posición virtual del cardán en relación con el entorno virtual puede generarse basándose en una posición virtual del cardán en relación con el UAV y una posición virtual del UAV en relación con el entorno virtual. Las posiciones virtuales pueden incluir información de posición de vuelo e/o información de posición espacial. En otras realizaciones, la posición virtual del cardán puede estar relacionada con el entorno virtual o el UAV y puede generarse basándose en entrada de usuario sobre cómo controlar el cardán y la posición virtual del UAV en relación con el entorno virtual. La posición virtual del cardán puede tener en cuenta o no un cálculo realizado anteriormente del sistema de control de cardán.

Los datos de respuesta de cardán simulados pueden obtenerse en el sistema de control remoto 203. Los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse desde el sistema de control de cardán. Los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse desde un sistema de generación de simulación, que puede incluir o no el sistema de control de cardán. El sistema de generación de simulación puede estar ya en el sistema de control remoto, que puede no requerir transmisión independiente. En algunas realizaciones, los datos de respuesta de cardán simulados incluyen datos de estado de cardán simulados que representan una posición de vuelo del cardán en relación con el vehículo o el entorno virtual. Los datos de respuesta de cardán simulados pueden obtenerse en un controlador remoto y/o un dispositivo de visualización del sistema de control remoto. El mismo dispositivo que puede usarse para controlar el cardán también puede comprender una pantalla de representación visual.

El sistema de control remoto puede controlar los accionamientos, las rotaciones y los movimientos del cardán de manera que pueden obtenerse los datos de control de cardán que incluyen datos de posición de vuelo reales del cardán. El sistema de control remoto puede incluir uno o más controles de palanca de control útiles para controlar el rumbo de dirección del cardán. Además, en algunas realizaciones, el sistema de control remoto puede comprender un sistema informático que puede comunicarse con el cardán usando una conexión cableada o una conexión inalámbrica. Los datos de control de cardán recopilados por un modelo físico pueden ejecutarse en el sistema informático que puede comprender uno o más procesadores y una o más unidades de almacenamiento de memoria. El modelo físico puede ejecutarse según medios legibles por ordenador no transitorios. Los medios legibles por ordenador no transitorios pueden comprender código, lógica o instrucciones para realizar una o más etapas descritas en el presente documento. Los procesadores pueden ejecutar, de manera individual o conjunta, etapas según los medios legibles por ordenador no transitorios. El sistema de control remoto puede incluir una pantalla de representación visual. La pantalla de representación visual puede comunicarse con el sistema informático.

En algunas realizaciones, una pantalla de representación visual puede mostrar información de estado de cardán simulada. La información de estado de cardán simulada puede incluir información acerca de una posición de un cardán. El estado del cardán puede incluir si el cardán está activado o desactivado, un modo de estabilización del cardán, el posicionamiento de uno o más componentes del cardán, el posicionamiento de una carga útil soportada por el cardán, las características de movimiento (por ejemplo, velocidad, aceleración) de uno o más componentes del cardán o la posición espacial del cardán. La pantalla de representación visual puede mostrar o no información acerca del vehículo. La pantalla de representación visual puede mostrar información acerca de un estado del vehículo. El estado del vehículo puede incluir si el vehículo está encendido o apagado, el posicionamiento del vehículo, las características de movimiento (por ejemplo, velocidad, aceleración) del vehículo, el consumo de potencia del vehículo, los datos recopilados por los sensores del vehículo, la información acerca de parámetros de funcionamiento del vehículo, la información acerca de comunicaciones del vehículo o la información de navegación del vehículo. La pantalla de representación visual puede mostrar o no información acerca del vehículo. La pantalla de representación visual puede incluir datos visuales simulados capturados por una cámara soportada por el cardán.

Los datos visuales simulados pueden generarse basándose en información de posición simulada del cardán. Esto puede incluir información de posición simulada en relación con el entorno virtual. Los datos visuales simulados también pueden depender del entorno simulado. Por ejemplo, pueden visualizarse objetos o características geográficos simulados. La

posición virtual del cardán (por ejemplo, orientación, coordenadas espaciales) puede determinar en qué ángulo visualiza la cámara el entorno virtual y, así, cómo se visualizan los datos visuales simulados.

5 Los datos visuales simulados también pueden generarse basándose en un modo de estabilización del cardán. Un modo de estabilización de cardán puede seleccionarse opcionalmente de una pluralidad de modos de estabilización disponibles. El modo de estabilización de cardán seleccionado puede afectar a la manera en que el cardán se sitúa de manera virtual (por ejemplo, determinando qué ejes de rotación estabiliza la carga útil/son independientes del movimiento de vehículo).

10 En algunas realizaciones, pueden determinarse datos de respuesta de cardán simulados según un modo de cardán (es decir, un modo de estabilización de cardán), en el que el modo de cardán incluye uno de un modo de visión en primera persona, un modo de seguimiento o un modo de cardán libre. Cuando el cardán se pone en funcionamiento en el modo de visión en primera persona, los datos de respuesta de cardán simulados estabilizan un eje de cabeceo del cardán con respecto al entorno sin estabilizar un eje de guiñada y un eje de balanceo. Cuando el cardán se pone en funcionamiento en el modo de seguimiento, los datos de respuesta de cardán simulados estabilizan un eje de cabeceo y un eje de balanceo del cardán con respecto al entorno sin estabilizar un eje de guiñada. Cuando el cardán se pone en funcionamiento en el modo de cardán libre, los datos de respuesta de cardán simulados estabilizan un eje de cabeceo, un eje de guiñada y un eje de balanceo del cardán con respecto al entorno.

20 Debe observarse que, en el presente documento, los modos de cardán, incluyendo el modo de visión en primera persona, el modo de seguimiento y el modo de cardán libre, son solo ilustrativos de múltiples modos que puede tener el cardán y los modos de cardán no deben limitarse a estas tres formas específicas. Un experto en la técnica puede contemplar, basándose en la enseñanza de la invención, que el cardán puede funcionar en otros modos y, por tanto, los datos de respuesta de cardán simulados resultantes también pueden usarse para estabilizar uno o más del eje de cabeceo, el eje de guiñada y el eje de balanceo tal como sea necesario. Cualquiera de los modos alternativos puede estabilizar uno del eje de balanceo, guiñada o cabeceo, estabilizar cualquiera de dos de los ejes de balanceo, guiñada o cabeceo, o estabilizar los tres de los ejes de balanceo, guiñada y cabeceo. También puede variar el grado de estabilización o tiempo de respuesta para la estabilización para cualquiera de los ejes.

25 Los datos de respuesta de cardán simulados pueden determinarse basándose en una señal de modo de cardán. La señal de modo de cardán puede generarse en un sistema de control remoto. Por ejemplo, la señal de modo de cardán puede generarse en un controlador remoto que también puede aceptar entrada de usuario para controlar el funcionamiento (virtual o real) del cardán. La señal de modo de cardán indica el modo de cardán que va a seguir el cardán, tal como el modo de visión en primera persona, el modo de seguimiento y el modo de cardán libre tal como se comentó anteriormente. Además, en algunas realizaciones, la señal de modo de cardán se genera en respuesta a una entrada de usuario que indica una selección de un modo de cardán de la pluralidad de modos de cardán. El usuario puede ser capaz de visualizar múltiples opciones para diversos modos y puede ser capaz de seleccionar una opción de las múltiples opciones. En algunos casos, pueden visualizarse representaciones visuales de los diversos modos de cardán en la pantalla. El usuario puede ser capaz de tocar la pantalla para seleccionar un modo deseado o usar algún tipo de dispositivo de seguimiento (por ejemplo, un ratón, una palanca de control, una bola de mando, un panel táctil, un botón) para seleccionar el modo deseado.

40 El usuario puede ser capaz de seleccionar un modo de funcionamiento de cardán mientras el cardán y/o el vehículo están en un modo activo. Así, cuando el vehículo está en movimiento (por ejemplo, un UAV en vuelo), el usuario puede ser capaz de seleccionar un modo de cardán que puede afectar a la estabilización del cardán mientras está en movimiento. El usuario puede seleccionar un modo de cardán antes de que el vehículo esté en movimiento. El usuario puede ser capaz de seleccionar un modo de cardán mientras el vehículo está en movimiento (por ejemplo, alterar el modo de cardán a partir de un modo de cardán anterior). El usuario puede afectar así al tipo de fotografía aérea que puede realizarse mientras el vehículo y/o cardán están en el modo activo.

45 El usuario puede ser capaz de seleccionar un modo de funcionamiento de cardán mientras el cardán y/o vehículo están en un modo de simulación. En el modo de simulación, el modo de funcionamiento del cardán puede seleccionarse por el usuario y permitir que el usuario experimente entrenamiento específico para un modo de estabilización de cardán específico. Por ejemplo, si el usuario desea practicar el control de cardán de un cardán que normalmente funciona en el modo de seguimiento, el usuario puede seleccionar un modo de seguimiento para la simulación y practicar el control de cardán para el modo de seguimiento.

50 La pantalla de representación visual puede mostrar imágenes virtuales capturadas por la cámara virtual. Esto puede proporcionar retroalimentación para un usuario que está practicando el modo de cardán en la simulación. Dependiendo del modo de cardán seleccionado, pueden proporcionarse diferentes efectos visuales para las imágenes virtuales capturadas por la cámara virtual. Por ejemplo, en el modo de visión en primera persona, la imagen puede mostrar un cabeceo estabilizado para conservar un horizonte estabilizado, pero puede reaccionar todavía al cabeceo y balanceo, al igual que la vista de un individuo que puede moverse como el vehículo. En el modo de seguimiento, la imagen puede mostrar una imagen estabilizada alrededor del eje de cabeceo y un eje de balanceo sin estabilizar un eje de guiñada, que puede proporcionar el efecto visual de una panorámica (por ejemplo, si el visor estuviera girando la cabeza del visor de lado a lado). Cuando el cardán se pone en funcionamiento en el modo de cardán libre, la imagen puede estabilizarse alrededor de un eje de cabeceo, un eje de guiñada y un eje de balanceo que puede dar como resultado el efecto de que la imagen puede estar moviéndose, pero de una manera tranquila y flotante.

La cámara puede estar soportada por un cardán que puede transportarse por un vehículo, tal como un UAV. Cualquier descripción de un UAV puede aplicarse a cualquier tipo de vehículo aéreo. El UAV puede tener una o más unidades de propulsión que pueden permitir que el UAV se mueva en el aire. La una o más unidades de propulsión pueden permitir que el UAV se mueva alrededor de uno o más, dos o más, tres o más, cuatro o más, cinco o más, seis o más grados de libertad. En algunos casos, el UAV puede ser capaz de rotar alrededor de uno, dos, tres o más ejes de rotación. Los ejes de rotación pueden ser ortogonales entre sí. Los ejes de rotación pueden permanecer ortogonales entre sí a través del curso del vuelo del UAV. Los ejes de rotación pueden incluir un eje de cabeceo, un eje de balanceo y/o un eje de guiñada. El UAV puede ser capaz de moverse a lo largo de una o más dimensiones. Por ejemplo, el UAV puede ser capaz de moverse hacia arriba debido a la elevación generada por uno o más rotores. En algunos casos, el UAV puede ser capaz de moverse a lo largo de un eje Z (que puede ser hacia arriba en relación con la orientación del UAV), un eje X y/o un eje Y (que puede ser lateral). El UAV puede ser capaz de moverse a lo largo de uno, dos o tres ejes que pueden ser ortogonales entre sí.

En vista de las características o propiedades de posición de vuelo anteriores, los datos de posición del vehículo, que pueden incluir una posición de vuelo simulada del vehículo, pueden caracterizarse como cabeceo\_aeronave, balanceo\_aeronave y guiñada\_aeronave. El término "cabeceo\_aeronave" es una variable descriptiva de la orientación de la aeronave en relación con el eje de cabeceo. El término "balanceo\_aeronave" es una variable descriptiva de la orientación de la aeronave en relación con el eje de balanceo. El término "guiñada\_aeronave" es una variable descriptiva de la orientación de la aeronave en relación con el eje de guiñada. Por tanto, los datos de posición de aeronave (que pueden incluir los datos de posición de vuelo de aeronave simulados) pueden representarse como estado\_aeronave\_sim=(cabeceo\_aeronave, balanceo\_aeronave, guiñada\_aeronave). Tal como se comentó anteriormente, en algunas realizaciones, los valores de estas variables pueden obtenerse a partir del UAV en el modo de simulación. Por ejemplo, estos valores pueden suministrarse por un sistema de control del vehículo o un sistema de control de vuelo para un UAV. En algunas realizaciones, los valores de estas variables pueden obtenerse a partir del sistema de control remoto o el sistema informático en el que los valores de estas variables pueden haberse almacenado anteriormente para el objetivo de la simulación. Los valores para estas variables pueden generarse con la ayuda de un sistema informático, sin usar ningún dato de aeronave.

De manera similar, los datos de control de cardán relacionados con los datos de posición de vuelo del cardán pueden caracterizarse como cabeceo\_cardán\_real, balanceo\_cardán\_real y guiñada\_cardán\_real. El término "cabeceo\_cardán\_real" es una variable descriptiva de la orientación del cardán en el eje de cabeceo en relación con la aeronave. El término "balanceo\_cardán\_real" es una variable descriptiva de la orientación del cardán en el eje de balanceo en relación con la aeronave. El término "guiñada\_cardán\_real" es una variable descriptiva de la orientación del cardán en el eje de guiñada en relación con la aeronave.

Tal como se comentó anteriormente, el modo de cardán según las realizaciones de la invención puede incluir un modo de visión en primera persona, un modo de seguimiento y/o un modo de cardán libre. En cada modo, el cardán puede estabilizarse alrededor de diversos ejes para permitir que el cardán permanezca estable. Esto puede permitir que el dispositivo de captura de imágenes se mantenga horizontal.

La figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra esquemáticamente un método para obtener una posición de vuelo simulada de un cardán en un modo de visión en primera persona ("FPV") según una realización de la invención.

En el modo FPV, la posición de vuelo de guiñada y la posición de vuelo de balanceo simulada de una lente del dispositivo de captura de imágenes deberían mantenerse por considerarse compatibles con una cabeza de aeronave, tal como la cabeza del UAV. Así, cuando el UAV rota alrededor de un eje de guiñada o un eje de balanceo con respecto a un entorno, el dispositivo de captura de imágenes puede rotar de manera correspondiente con respecto al entorno. El dispositivo de captura de imágenes puede rotar alrededor del eje de guiñada o el eje de balanceo la misma cantidad que el UAV. Por tanto, el cardán puede necesitar compensar solamente la posición de vuelo de cabeceo para hacer que el cardán sea estable en el eje de cabeceo. Así, incluso si el UAV rota alrededor de un eje de cabeceo con respecto a un entorno (real o virtual), el dispositivo de captura de imágenes no rota de manera correspondiente con respecto al entorno. Si el dispositivo de captura de imágenes rota alrededor del eje de cabeceo, la rotación sería en respuesta a un usuario, en lugar de un efecto de estabilización. Así, cualquier rotación del dispositivo de captura de imágenes alrededor del eje de cabeceo en relación con el entorno puede ser independiente de la rotación del UAV alrededor del eje de cabeceo en relación con el entorno. El método para obtener la posición de vuelo simulada del cardán en el modo FPV puede incluir las siguientes etapas.

El método para obtener la posición de vuelo simulada del cardán puede incluir la obtención de datos de posición del vehículo 301. También pueden obtenerse los datos de control de cardán 302. Puede obtenerse una selección de un modo FPV para un modo de cardán 303. Pueden generarse datos de respuesta de cardán simulados para el modo FPV basándose en los datos de posición del vehículo, los datos de control de cardán y la selección del modo FPV 304. Los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse a un sistema de control remoto 305.

Pueden obtenerse los datos de posición del vehículo 301. Los datos de posición del vehículo pueden incluir la posición de vuelo simulada del vehículo. Tal como se comentó anteriormente, el vehículo puede ser un UAV y los datos de posición del vehículo pueden recibirse desde un sistema de control de vuelo a bordo del UAV o un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo o cualquier otro sistema. En algunas realizaciones, si el método se realiza en el UAV, entonces los

datos de posición del vehículo pueden recibirse desde el sistema de control remoto o un dispositivo externo independiente (por ejemplo, un ordenador). Tal como se comentó anteriormente, los datos de posición del vehículo pueden representarse como variables cabeceo\_aeronave, balanceo\_aeronave y guiñada\_aeronave.

5 Pueden obtenerse los datos de control de cardán 302. Los datos de control de cardán pueden incluir una posición de vuelo virtual o real del cardán. Los datos de control de cardán pueden generarse opcionalmente en un sistema de control de cardán. Los datos de control de cardán pueden generarse en el cardán en tiempo real o casi en tiempo real y, entonces, transmitirse al sistema de control remoto, el sistema de control de vuelo, el sistema de control del vehículo o cualquier otro sistema descrito en el presente documento, para operaciones adicionales basándose en diferentes realizaciones. Tal como se comentó anteriormente, los datos de control de cardán pueden representarse como cabeceo\_cardán\_real, balanceo\_cardán\_real y guiñada\_cardán\_real.

10 Un modo de cardán puede obtenerse 303 a través de, por ejemplo, una orden de usuario. La selección de modo de cardán puede incluir una selección de un modo FPV. Una señal de selección de modo puede proporcionarse desde un sistema de control remoto. Un usuario puede hacer una selección del modo FPV en el sistema de control remoto. Como alternativa, uno o más procesadores pueden seleccionar el modo FPV de otros modos. Una señal de selección de modo puede indicar en qué modo querría el usuario que entrase el cardán. Esta selección de usuario puede hacerse pinchando en un dispositivo de visualización, tal como uno mostrado en la figura 1, o pulsando el usuario en un botón de selección de modo en el cardán. El modo seleccionado puede representarse como "cardán\_modo".

15 Pueden generarse datos de respuesta de cardán simulados 304. Los datos de respuesta de cardán simulados pueden generarse usando un algoritmo de fusión de datos. El algoritmo de fusión de datos puede lanzarse y los datos de posición del vehículo, los datos de control de cardán y la selección de modo de cardán pueden introducirse en el algoritmo de fusión de datos como entradas. Los datos de respuesta de cardán simulados resultantes, como salida del algoritmo de fusión de datos, pueden incluir los datos de posición de vuelo simulados del cardán y pueden representarse as guiñada\_cardán, balanceo\_cardán y cabeceo\_cardán. Puede proporcionarse un algoritmo de fusión de datos a modo de ejemplo como sigue:

25 1) "guiñada\_cardán" puede ser "guiñada\_cardán\_real", porque la posición de vuelo de guiñada de cardán se mantendrá por considerarse compatible con la posición de vuelo de guiñada de la cabeza de aeronave en el modo FPV. Dicho de otro modo, la posición de vuelo de guiñada real del cardán y la posición de vuelo de guiñada simulada de la aeronave pueden ser la misma;

30 2) "balanceo\_cardán" puede ser "balanceo\_cardán\_real," porque la posición de vuelo de balanceo de cardán se mantiene por considerarse compatible con la posición de vuelo de balanceo de la cabeza de aeronave en el modo FPV. Dicho de otro modo, la posición de vuelo de balanceo real del cardán y la posición de vuelo de balanceo simulada de la aeronave pueden ser la misma; y

35 3) "cabeceo\_cardán" puede ser "cabeceo\_cardán\_real + añadido (cabeceo\_aeronave, cardán\_modo)". En el presente documento, la función "añadido ()" puede representar un ángulo compensatorio variable para compensar la dirección de cabeceo del cardán cuando el cardán está en el modo FPV. Por ejemplo, si el cabeceo\_aeronave del UAV es +10° en relación con el eje de cabeceo cuando se selecciona el modo FPV, entonces el valor de la función de añadido es -10° en relación con el eje de cabeceo para compensar la orientación de cabeceo del UAV. De esta manera, la dirección de cabeceo de cardán se mantendría estable cuando el UAV acelere en una dirección adelante y atrás.

40 Basándose en el algoritmo de fusión de datos anterior, los datos de respuesta de cardán simulados pueden obtenerse y transmitirse a un sistema de control remoto 305. En algunos casos, los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse a un controlador remoto del sistema de control remoto, que, a su vez, puede transmitir los datos de respuesta de cardán simulados a un dispositivo de visualización para la pantalla de representación visual. Como alternativa, los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse directamente a un dispositivo de visualización o el dispositivo de visualización y el controlador remoto pueden ser el mismo dispositivo.

45 En algunas realizaciones, si se realiza el algoritmo de fusión de datos en el presente documento en el sistema de control de vuelo a bordo del UAV, entonces los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse desde el UAV al dispositivo de visualización (opcionalmente mediante el controlador remoto). En otra realización, si se realiza el algoritmo de fusión de datos en el presente documento en el sistema de control remoto, entonces los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse directamente desde el controlador remoto al dispositivo de visualización (por ejemplo, mediante una conexión cableada o una conexión inalámbrica). Si el dispositivo de visualización y el controlador remoto se integran entre sí, los datos de respuesta de cardán simulados pueden visualizarse automáticamente en la pantalla de representación del controlador remoto. En otras realizaciones, el algoritmo de fusión de datos puede realizarse en un sistema de control de cardán (por ejemplo, a bordo de un cardán o UAV) y los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse al sistema de control remoto. El algoritmo de fusión de datos puede producirse en cualquier dispositivo externo (por ejemplo, un servidor, una nube, otro UAV) y puede transmitirse al sistema de control remoto.

50 El dispositivo de visualización puede comprender una pantalla que puede representar los datos de simulación en una representación 2D o 3D. El dispositivo de visualización puede ser un teléfono móvil (por ejemplo, un teléfono inteligente), una tableta, un ordenador de sobremesa, un ordenador portátil, unos cascos de realidad virtual o una televisión o un

proyector en comunicación con un dispositivo informático. En algunos casos, el dispositivo de visualización puede comprender una pantalla táctil, una pantalla LCD o una pantalla plasma.

La figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra esquemáticamente un método para obtener una posición de vuelo simulada de un cardán en un modo de seguimiento según una realización de la invención.

5 En el modo de seguimiento, la posición de vuelo de guiñada de una lente del dispositivo de captura de imágenes debería mantenerse en un ángulo constante con respecto a una cabeza de aeronave, tal como la cabeza del UAV. Así, cuando el UAV rota alrededor de un eje de guiñada con respecto a un entorno, el dispositivo de captura de imágenes puede rotar de manera correspondiente con respecto al entorno con el ángulo constante en relación con la cabeza de aeronave. El dispositivo de captura de imágenes puede rotar alrededor del eje de balanceo o cabeceo una cantidad diferente al UAV.

10 Por tanto, el cardán puede necesitar compensar solo la posición de vuelo de cabeceo y la posición de vuelo de balanceo simulada para hacer que el cardán sea estable. Así, incluso si el UAV rota alrededor de un eje de cabeceo y un eje de balanceo con respecto a un entorno (real o virtual), el dispositivo de captura de imágenes no rota de manera correspondiente con respecto al entorno. Si el dispositivo de captura de imágenes rota alrededor del eje de cabeceo y el eje de balanceo, la rotación sería en respuesta a un usuario, en lugar de un efecto de estabilización. Así, cualquier rotación del dispositivo de captura de imágenes alrededor del eje de cabeceo y la posición de vuelo de balanceo simulada en relación con el entorno puede ser independiente de la rotación del UAV alrededor del eje de cabeceo y la posición de vuelo de balanceo simulada en relación con el entorno. El método para obtener la posición de vuelo simulada del cardán en el modo de seguimiento puede incluir las siguientes etapas.

20 El método para obtener la posición de vuelo simulada del cardán en el modo de seguimiento puede incluir obtener la posición de vehículo 401. También pueden obtenerse los datos de control de cardán 402. Puede obtenerse una selección de un modo de seguimiento para un modo de cardán 403. Pueden generarse datos de respuesta de cardán simulados para el modo de seguimiento basándose en los datos de posición del vehículo, los datos de control de cardán y la selección del modo de seguimiento 404. Los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse a un sistema de control remoto 405.

25 Pueden obtenerse los datos de posición del vehículo 401. Los datos de posición del vehículo pueden incluir la posición de vuelo simulada del vehículo. Tal como se comentó anteriormente, el vehículo puede ser un UAV y los datos de posición del vehículo pueden recibirse desde el sistema de control de vuelo a bordo del UAV o cualquier otro sistema. En algunas realizaciones, si el método se realiza en el UAV, entonces los datos de posición del vehículo pueden recibirse desde el sistema de control remoto o un dispositivo externo independiente (por ejemplo, un ordenador). Tal como se comentó anteriormente, los datos de posición del vehículo pueden representarse como variables cabeceo\_aeronave, balanceo\_aeronave y guiñada\_aeronave.

30 Pueden obtenerse los datos de control de cardán 402. Los datos de control de cardán pueden incluir una posición de vuelo virtual o real del cardán. Los datos de control de cardán pueden generarse opcionalmente en un sistema de control de cardán. Los datos de control de cardán pueden generarse en el cardán en tiempo real o casi en tiempo real y, entonces, transmitirse al sistema de control remoto, el sistema de control de vuelo o cualquier otro sistema descrito en el presente documento, para operaciones adicionales basándose en diferentes realizaciones. Tal como se comentó anteriormente, los datos de control de cardán pueden representarse como cabeceo\_cardán\_real, balanceo\_cardán\_real y guiñada\_cardán\_real.

35 Un modo de cardán puede obtenerse 403 a través de, por ejemplo, una orden de usuario. La selección de modo de cardán puede incluir una selección de un modo de seguimiento. Una señal de selección de modo puede proporcionarse desde un sistema de control remoto. Un usuario puede hacer una selección del modo de seguimiento en el sistema de control remoto. Como alternativa, uno o más procesadores pueden seleccionar el modo de seguimiento de entre otros modos. La señal de selección de modo puede indicar en qué modo querría el usuario que entrase el cardán. Esta selección de usuario puede hacerse pinchando en un dispositivo de visualización, tal como uno mostrado en la figura 1, o pulsando el usuario en un botón de selección de modo en el cardán. El modo seleccionado puede representarse como "cardán\_modo".

40 Pueden generarse datos de respuesta de cardán simulados 404. Los datos de respuesta de cardán simulados pueden generarse usando un algoritmo de fusión de datos. El algoritmo de fusión de datos puede lanzarse y los datos de posición del vehículo, los datos de control de cardán y la selección de modo de cardán pueden introducirse en el algoritmo de fusión de datos como entradas. Los datos de respuesta de cardán simulados resultantes, como salida del algoritmo de fusión de datos, pueden incluir los datos de posición de vuelo simulados del cardán y pueden representarse as guiñada\_cardán, balanceo\_cardán y cabeceo\_cardán. Puede proporcionarse un algoritmo de fusión de datos a modo de ejemplo como sigue:

45 1) "guiñada\_cardán" puede ser "guiñada\_cardán\_real + bloqueoAeronave (guiñada\_aeronave, cardán\_modo, guiñada\_aeronave\_modoPinchado)", porque debería mantenerse un ángulo constante entre el cardán y la cabeza de aeronave, puede introducirse la función bloqueoAeronave ( ). El valor de la función "bloqueoAeronave" representa un ángulo entre la aeronave y el eje de guiñada del cardán en el momento de permitir el modo de seguimiento del cardán. Mediante la adición de este ángulo, la diferencia de la posición de vuelo de guiñada del cardán y la posición de vuelo de guiñada del UAV puede mantenerse en el modo de seguimiento;

2) "balanceo\_cardán" puede ser "balanceo\_cardán\_real + añadido (balanceo\_aeronave, cardán-modo)". En el presente documento, la función "añadido ( )" puede representar un ángulo compensatorio variable para compensar la dirección de balanceo del cardán cuando el cardán está en el modo de seguimiento. Por ejemplo, si el balanceo\_aeronave del UAV es +10° en relación con el eje de balanceo cuando se permite el modo de seguimiento, entonces el valor de la función de añadido es -10° en relación con el eje de balanceo". Basándose en esta operación de compensación, la posición de vuelo de balanceo del cardán debería mantenerse por considerarse compatible con la posición de vuelo de balanceo de la cabeza de aeronave en el modo de seguimiento; y

3) "cabeceo\_cardán" puede ser "cabeceo\_cardán\_real + añadido (cabeceo\_aeronave, cardán\_modo)". En el presente documento, la función "añadido ( )" puede representar un ángulo compensatorio variable para compensar la dirección de cabeceo del cardán cuando el cardán está en el modo de seguimiento. Por ejemplo, si el cabeceo\_aeronave del UAV es +10° en relación con el eje de cabeceo cuando se permite el modo de seguimiento, entonces el valor de la función de añadido es -10° en relación con el eje de cabeceo. De esta manera, podría compensarse el desplazamiento del ángulo debido a la introducción del modo de seguimiento y, por tanto, el cardán podría mantenerse estable en la dirección de cabeceo.

Basándose en el algoritmo de fusión de datos anterior, los datos de respuesta de cardán simulados pueden obtenerse y transmitirse a un sistema de control remoto 405. En algunos casos, los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse a un controlador remoto del sistema de control remoto, que, a su vez, puede transmitir los datos de respuesta de cardán simulados a un dispositivo de visualización para la pantalla de representación visual. Como alternativa, los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse directamente a un dispositivo de visualización o el dispositivo de visualización y el controlador remoto pueden ser el mismo dispositivo.

En algunas realizaciones, si se realiza el algoritmo de fusión de datos en el presente documento en el sistema de control de vuelo a bordo del UAV, entonces los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse del UAV al dispositivo de visualización (opcionalmente mediante el controlador remoto). En otra realización, si se realiza el algoritmo de fusión de datos en el presente documento en el sistema de control remoto, entonces los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse directamente desde el controlador remoto al dispositivo de visualización (por ejemplo, mediante una conexión cableada o una conexión inalámbrica). Si el dispositivo de visualización y el controlador remoto se integran entre sí, los datos de respuesta de cardán simulados pueden visualizarse automáticamente en la pantalla de representación del controlador remoto. En otras realizaciones, el algoritmo de fusión de datos puede realizarse en un sistema de control de cardán (por ejemplo, a bordo de un cardán o UAV) y los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse al sistema de control remoto. El algoritmo de fusión de datos puede producirse en cualquier dispositivo externo (por ejemplo, un servidor, una nube, otro UAV) y puede transmitirse al sistema de control remoto.

El dispositivo de visualización puede comprender una pantalla que puede representar los datos de simulación en una representación 2D o 3D. El dispositivo de visualización puede ser un teléfono móvil (por ejemplo, un teléfono inteligente), una tableta, un ordenador de sobremesa, un ordenador portátil, unos cascos de realidad virtual o una televisión o un proyector en comunicación con un dispositivo informático. En algunos casos, el dispositivo de visualización puede comprender una pantalla táctil, una pantalla LCD o una pantalla plasma.

La figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra esquemáticamente un método para obtener una posición de vuelo simulada de un cardán en un modo de cardán libre según una realización de la invención.

En el modo de cardán libre, debería bloquearse la posición de vuelo de guiñada de una lente del dispositivo de captura de imágenes. Por ejemplo, si la lente apunta hacia el sudeste cuando se establece el modo de cardán libre, entonces el cardán debería mantenerse apuntando hacia el sudeste independientemente del movimiento de la aeronave, salvo que un ángulo de intersección entre el cardán y la aeronave exceda el límite del cardán. Así, cuando el UAV rota alrededor de un eje de guiñada, un eje de balanceo o un eje de cabeceo con respecto a un entorno, el dispositivo de captura de imágenes puede no rotar de manera correspondiente con respecto al entorno. El dispositivo de captura de imágenes puede rotar alrededor del eje de guiñada, el eje de balanceo o el eje de cabeceo una cantidad diferente al UAV. Por tanto, se requiere que el cardán compense las posiciones de vuelo de cabeceo, balanceo y guiñada para hacerse a sí mismo estable. Así, incluso si el UAV rota alrededor de un eje de cabeceo, un eje de guiñada o un eje de balanceo con respecto a un entorno (real o virtual), el dispositivo de captura de imágenes no rota de manera correspondiente con respecto al entorno. Si el dispositivo de captura de imágenes rota alrededor del eje de cabeceo, el eje de balanceo o el eje de guiñada, la rotación sería en respuesta a un usuario, en lugar de un efecto de estabilización. Así, cualquier rotación del dispositivo de captura de imágenes alrededor del eje de cabeceo, el eje de balanceo o el eje de guiñada en relación con el entorno puede ser independiente de la rotación del UAV alrededor del eje de cabeceo, el eje de balanceo o el eje de guiñada en relación con el entorno. El método para obtener la posición de vuelo simulada del cardán en el cardán libre puede incluir las siguientes etapas.

El método para obtener la posición de vuelo simulada del cardán puede incluir la obtención de datos de posición del vehículo 501. También pueden obtenerse los datos de control de cardán 502. Puede obtenerse una selección de un cardán libre para un modo de cardán 503. Pueden generarse datos de respuesta de cardán simulados para el modo de cardán libre basándose en los datos de posición del vehículo, los datos de control de cardán y la selección del modo de cardán libre 504. Los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse a un sistema de control remoto 505.

Pueden obtenerse los datos de posición del vehículo 501. Los datos de posición del vehículo pueden incluir la posición de vuelo simulada del vehículo. Tal como se comentó anteriormente, el vehículo puede ser un UAV y los datos de posición pueden recibirse desde el sistema de control de vuelo a bordo del UAV o cualquier otro sistema. En algunas realizaciones, si el método se realiza en el UAV, entonces los datos de posición del vehículo pueden recibirse desde el sistema de control remoto o un dispositivo externo independiente (por ejemplo, un ordenador). Tal como se comentó anteriormente, los datos de posición pueden representarse como variables cabeceo\_aeronave, balanceo\_aeronave y guiñada\_aeronave.

Pueden obtenerse los datos de control de cardán 502. Los datos de control de cardán pueden incluir una posición de vuelo virtual o real del cardán. Los datos de control de cardán pueden generarse opcionalmente en un sistema de control de cardán. Los datos de control de cardán pueden generarse en el cardán en tiempo real o casi en tiempo real y, entonces, transmitirse al sistema de control remoto, el sistema de control de vuelo o cualquier otro sistema descrito en el presente documento, para operaciones adicionales basándose en diferentes realizaciones. Tal como se comentó anteriormente, los datos de control de cardán pueden representarse como cabeceo\_cardán\_real, balanceo\_cardán\_real y guiñada\_cardán\_real.

Puede obtenerse un modo de cardán 503 a través de, por ejemplo, una orden de usuario. La selección de modo de cardán puede incluir una selección de un modo de cardán de seguimiento. Una señal de selección de modo puede proporcionarse desde un sistema de control remoto. Un usuario puede hacer una selección del modo de cardán libre en el sistema de control remoto. Como alternativa, uno o más procesadores pueden seleccionar el modo de cardán libre de otros modos. La señal de selección de modo puede indicar en qué modo querría el usuario que entrase el cardán. Esta selección de usuario puede hacerse pinchando en un dispositivo de visualización, tal como uno mostrado en la figura 1, o pulsando el usuario en un botón de selección de modo en el cardán. El modo seleccionado puede representarse como "cardán\_modo".

Pueden generarse datos de respuesta de cardán simulados 504. Los datos de respuesta de cardán simulados pueden generarse usando un algoritmo de fusión de datos. El algoritmo de fusión de datos puede lanzarse y los datos de posición del vehículo, los datos de control de cardán y la selección de modo de cardán pueden introducirse en el algoritmo de fusión de datos como entradas. Los datos de respuesta de cardán simulados resultantes, como salida del algoritmo de fusión de datos, pueden incluir los datos de posición de vuelo simulados del cardán y pueden representarse as guiñada\_cardán, balanceo\_cardán y cabeceo\_cardán. Puede proporcionarse un algoritmo de fusión de datos a modo de ejemplo como sigue:

1) "guiñada\_cardán" puede ser "guiñada\_cardán\_real + Añadido (guiñada\_aeronave, cardán\_modo, guiñada\_aeronave\_modoPinchado)", porque guiñada\_cardán debería mantenerse constante en el modo de cardán libre, puede introducirse la función Añadido (). El valor de la función "Añadido" representa un ángulo entre la aeronave y el eje de guiñada del cardán en el momento de permitir el modo de cardán libre del cardán. Mediante la adición de este ángulo, la diferencia entre la posición de vuelo de guiñada del cardán y la posición de vuelo de guiñada del UAV puede mantenerse sin cambios en el modo de cardán libre;

2) "balanceo\_cardán" puede ser "balanceo\_cardán\_real + añadido (balanceo\_aeronave, cardán\_modo)". En el presente documento, la función "añadido ()" puede representar un ángulo compensatorio variable para compensar la dirección de balanceo del cardán cuando el cardán está en el modo de cardán libre. Por ejemplo, si el balanceo\_aeronave del UAV es +10° en relación con el eje de balanceo cuando se permite el modo de cardán libre, entonces el valor de la función de añadido es -10° en relación con el eje de balanceo. De esta forma, la posición de vuelo de balanceo del cardán debería mantenerse sin cambios en el modo de cardán libre; y

3) "cabeceo\_cardán" puede ser "cabeceo\_cardán\_real + añadido (cabeceo\_aeronave, cardán\_modo)". En el presente documento, la función "añadido ()" puede representar un ángulo compensatorio variable para compensar la dirección de cabeceo del cardán cuando el cardán está en el modo de cardán libre. Por ejemplo, si el cabeceo\_aeronave del UAV es +10° en relación con el eje de cabeceo cuando se permite el modo de cardán libre, entonces el valor de la función de añadido es -10° en relación con el eje de cabeceo. De esta manera, podría compensarse el desplazamiento del ángulo debido a la introducción del modo de cardán libre y, por tanto, el cardán podría mantenerse estable en la dirección de cabeceo.

Basándose en el algoritmo de fusión de datos anterior, los datos de respuesta de cardán simulados pueden obtenerse y transmitirse a un sistema de control remoto 505. En algunos casos, los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse a un controlador remoto del sistema de control remoto, que, a su vez, puede transmitir los datos de respuesta de cardán simulados a un dispositivo de visualización para la pantalla de representación visual. Como alternativa, los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse directamente a un dispositivo de visualización o el dispositivo de visualización y el controlador remoto pueden ser el mismo dispositivo.

En algunas realizaciones, si se realiza el algoritmo de fusión de datos en el presente documento en el sistema de control de vuelo a bordo del UAV, entonces los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse desde el UAV al dispositivo de visualización (opcionalmente mediante el controlador remoto). En otra realización, si se realiza el algoritmo de fusión de datos en el presente documento en el sistema de control remoto, entonces los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse directamente desde el controlador remoto al dispositivo de visualización (por ejemplo, mediante una conexión cableada o una conexión inalámbrica). Si el dispositivo de visualización y el controlador remoto se integran entre sí, los datos de respuesta de cardán simulados pueden visualizarse automáticamente en la pantalla de

representación del controlador remoto. En otras realizaciones, el algoritmo de fusión de datos puede realizarse en un sistema de control de cardán (por ejemplo, a bordo de un cardán o UAV) y los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse al sistema de control remoto. El algoritmo de fusión de datos puede producirse en cualquier dispositivo externo (por ejemplo, un servidor, una nube, otro UAV) y puede transmitirse al sistema de control remoto.

- 5 El dispositivo de visualización puede comprender una pantalla que puede representar los datos de simulación en una representación 2D o 3D. El dispositivo de visualización puede ser un teléfono móvil (por ejemplo, un teléfono inteligente), una tableta, un ordenador de sobremesa, un ordenador portátil, unos cascos de realidad virtual o una televisión o un proyector en comunicación con un dispositivo informático. En algunos casos, el dispositivo de visualización puede comprender una pantalla táctil, una pantalla LCD o una pantalla plasma.
- 10 Cualquiera de los modos descritos en el presente documento puede usarse para efectuar la simulación de control de cardán para un usuario. En otros casos, los diversos modos pueden utilizarse durante un modo activo, tal como cuando un usuario está volando realmente un UAV y/o controlando un cardán para recopilar datos de imágenes usando el dispositivo de captura de imágenes. El usuario puede seleccionar de diferentes modos disponibles para obtener diferentes tipos de fotografías aéreas.
- 15 La figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra esquemáticamente un método para obtener una posición de vuelo simulada de un cardán cuando se tienen en cuenta factores ambientales según una realización de la invención.

En algunas realizaciones, los datos de posición del vehículo que describen una posición de vuelo del vehículo desde un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo se basan al menos parcialmente en datos meteorológicos simulados. En un ejemplo, los datos meteorológicos se dirigen a los datos relacionados con una o más de una velocidad del viento, una dirección del viento, precipitación (por ejemplo, lluvia, nieve, aguanieve, granizo), humedad, densidad del aire y/o temperatura. En algunas realizaciones, un usuario puede seleccionar una condición meteorológica a través de una interfaz de usuario proporcionada en el dispositivo de visualización. Un usuario puede seleccionar una condición meteorológica de una pluralidad de condiciones meteorológicas disponibles. Alternativa o adicionalmente, la condición meteorológica puede proporcionarse como una entrada a un modelo físico para aplicar un fuerza variable o constante en el cardán, por ejemplo, un viento a favor o en contra. Por ejemplo, el usuario puede introducir una dirección del viento y/o velocidad del viento. Las condiciones meteorológicas pueden seleccionarse o generarse opcionalmente al azar sin requerir entrada de usuario. Las condiciones meteorológicas pueden generarse basándose en información meteorológica verdadera recopilada anteriormente. Las condiciones meteorológicas pueden generarse basándose en condiciones meteorológicas actuales determinadas por uno o más sensores ambientales. Como alternativa, las condiciones meteorológicas pueden generarse de manera completamente virtual sin requerir ningún dato verdadero.

20

25

30

El modelo físico puede sacar datos de simulación físicos. Los datos de simulación físicos pueden ser uno o más parámetros físicos que pueden actuar sobre el cardán. En un ejemplo, el modelo físico puede sacar una o más fuerzas que actúan sobre el cardán. Las fuerzas físicas simuladas pueden tener un efecto simulado en el cardán virtual. Esto puede afectar al posicionamiento del cardán virtual (por ejemplo, la orientación del cardán alrededor de un eje de balanceo, cabeceo y/o guiñada, la ubicación espacial del cardán), que puede afectar a los datos de respuesta de cardán simulados.

35

Tal como se comentó anteriormente con respecto a las figuras 3 a 5, el cardán puede estar en uno de múltiples modos, tales como el modo FPV, el modo de seguimiento y el modo de cardán libre y, por tanto, se aplican diferentes algoritmos de fusión de datos para estos modos. Sin embargo, estos algoritmos no tienen en cuenta factores ambientales. Así, como una realización alternativa o adicional, la figura 6 ilustra un algoritmo de fusión de datos general para obtener los datos de respuesta de cardán simulados cuando se tienen en cuenta los factores ambientales.

40

Las funciones y operaciones 601, 602 y 603 son similares a las comentadas con respecto a 301, 302 y 303 en la figura 3, 401, 402 y 403 en la figura 4, y 501, 502 y 503 en la figura 5. La información meteorológica simulada puede usarse en combinación con cualquiera de los modos descritos en el presente documento.

El método para obtener una posición de vuelo simulada de un cardán cuando se tienen en cuenta factores ambientales puede incluir obtener los datos de posición del vehículo 601. También pueden obtenerse los datos de control de cardán 602. Puede obtenerse un modo de cardán 603. Pueden obtenerse las condiciones meteorológicas 604. Pueden generarse datos de respuesta de cardán simulados para el modo FPV basándose en los datos de posición del vehículo, los datos de control de cardán y el modo seleccionado y condiciones meteorológicas 605. Los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse a un sistema de control remoto 606.

45

Pueden obtenerse los datos de posición del vehículo 601. Los datos de posición del vehículo pueden incluir la posición de vuelo simulada del vehículo. Tal como se comentó anteriormente, el vehículo puede ser un UAV y los datos de posición pueden recibirse desde un sistema de control de vuelo a bordo del UAV o cualquier otro sistema. En algunas realizaciones, si el método se realiza en el UAV, entonces los datos de posición del vehículo pueden recibirse desde el sistema de control remoto o un dispositivo externo independiente (por ejemplo, un ordenador). Tal como se comentó anteriormente, los datos de posición del vehículo pueden representarse como variables cabeceo\_aeronave, balanceo\_aeronave y guiñada\_aeronave.

50

55

Pueden obtenerse los datos de control de cardán 602. Los datos de control de cardán pueden incluir una posición de vuelo virtual o real del cardán. Los datos de control de cardán pueden generarse opcionalmente en un sistema de control

de cardán. Los datos de control de cardán pueden generarse en el cardán en tiempo real o casi en tiempo real y, entonces, transmitirse al sistema de control, el sistema de control de vuelo o cualquier otro sistema descrito en el presente documento, para operaciones adicionales basándose en diferentes realizaciones. Tal como se comentó anteriormente, los datos de control de cardán pueden representarse como cabeceo\_cardán\_real, balanceo\_cardán\_real y guiñada\_cardán\_real.

Puede obtenerse un modo de cardán 603 a través de, por ejemplo, una orden de usuario. Un usuario puede hacer una selección del modo de cardán en el sistema de control remoto. Como alternativa, uno o más procesadores pueden seleccionar el modo de cardán de otros modos. Una señal de selección de modo de cardán puede indicar en qué modo querría el usuario que entrase el cardán. Esta selección de usuario puede hacerse pinchando en un dispositivo de visualización, tal como uno mostrado en la figura 1, o pulsando el usuario en un botón de selección de modo en el cardán. El modo seleccionado puede representarse como "cardán-modo".

Pueden obtenerse condiciones o factores ambientales 604. Por ejemplo, los factores ambientales pueden ser una velocidad del viento, una dirección del viento, precipitación (por ejemplo, tipo de precipitación, cantidad de precipitación), humedad, densidad del aire, cantidad de luz solar, nubosidad y/o temperatura. En algunos casos, cada uno de estos factores puede determinarse de manera individual e/o independiente. En algunos casos, uno o más de estos factores pueden agruparse para formar uno o más modos meteorológicos preseleccionados. Por ejemplo, un usuario puede seleccionar un modo meteorológico de "invierno", en el que puede haber nieve, vientos moderados, baja temperatura, pocos rayos solares. En otro ejemplo, un usuario puede seleccionar un modo "ventoso" con altas velocidades de viento que pueden provenir de direcciones impredecibles o cambiantes y puede tener rayos solares y sin precipitación. En otro ejemplo, un usuario puede seleccionar el modo "vuelo nocturno" en el que el cielo puede estar claro, la temperatura baja y sin rayos solares. Así, pueden presentarse diversas opciones de condición de vuelo a un usuario que un usuario puede seleccionar, donde cada opción de condición de vuelo puede tener los factores preseleccionados. Estos factores pueden elegirse al azar mediante un modelo físico o pueden introducirse o seleccionarse por un usuario. En algunos casos, pueden derivarse propiedades variables del entorno a partir de un vuelo real anterior realizado por el UAV u otros UAV, o datos reales actuales a partir de uno o más sensores.

Un usuario puede seleccionar una condición meteorológica a través de la interfaz de usuario proporcionada en el dispositivo de visualización. La condición meteorológica puede proporcionarse como una entrada para generar datos de respuesta de cardán simulados 605. En un ejemplo, una condición meteorológica puede dar como resultado una fuerza variable o constante sobre el cardán. Por ejemplo, un viento a favor o en contra puede proporcionar fuerzas desde diferentes direcciones. Las fuerzas pueden ser una cualquiera o una combinación de una fuerza de arrastre, fuerza de sustentación, fuerza gravitacional, fuerza normal, fuerza tangencial o cualquier otra fuerza conocida por actuar sobre el cardán. La velocidad del viento puede afectar a la cantidad de fuerza que el cardán puede experimentar. Por ejemplo, velocidades del viento más altas pueden ejercer un mayor grado de fuerza sobre el cardán y los datos de respuesta de cardán simulados pueden reflejar esto. En otro ejemplo, la precipitación también puede afectar al cardán. Por ejemplo, un aguacero puede proporcionar una fuerza hacia abajo sobre el cardán. La respuesta del cardán a las instrucciones puede ser diferente en condiciones meteorológicas diferentes. Por ejemplo, el calor o el frío excesivos pueden afectar a la manera en que puede responder un cardán a una señal de control. Por ejemplo, el cardán puede responder más lentamente o no a un grado tan grande.

Entonces, según el modo de cardán diferente, una o más de las guiñada\_cardán\_real, balanceo\_cardán\_real y cabeceo-cardán-real pueden compensarse teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas 605.

Por ejemplo, si el cardán está en el modo de cardán libre, entonces "balanceo\_cardán" puede ser "balanceo\_cardán\_real + añadido (balanceo\_aeronave, cardán\_modos) +balanceo\_cardán\_real\_tiempo". En el presente documento, la función "añadido ()" puede representar un ángulo compensatorio variable para compensar la dirección de balanceo del cardán cuando el cardán está en el modo de seguimiento y la nueva entrada balanceo\_cardán\_real\_tiempo indica una diferencia de ángulo en el eje de balanceo provocada por el tiempo actual. Por ejemplo, si el balanceo\_aeronave del UAV es +20° en relación con el eje de balanceo cuando se permite el modo de seguimiento y el tiempo se establece para ser un viento regular, entonces el valor de la función de añadido es -20° en relación con el eje de balanceo. De esta forma, la posición de vuelo de balanceo del cardán debería mantenerse por considerarse compatible con la posición de vuelo de balanceo de la cabeza de aeronave en el modo de seguimiento.

Además, "cabeceo\_cardán" puede ser "cabeceo\_cardán\_real + añadido (cabeceo\_aeronave, cardán\_modos) + cabeceo\_cardán\_real\_tiempo" en el modo de cardán libre. En el presente documento, la función "añadido ()" puede representar un ángulo compensatorio para compensar la dirección de cabeceo del cardán cuando el cardán está en el modo de seguimiento y la nueva entrada cabeceo\_cardán\_real\_tiempo indica una diferencia de ángulo en el eje de cabeceo provocada por el tiempo actual. Por ejemplo, si el cabeceo\_aeronave del UAV es +20° en relación con el eje de cabeceo cuando se permite el modo de seguimiento y el tiempo actual se establece para ser un viento variable, entonces el valor de la función de añadido es -20° en relación con el eje de cabeceo. De esta manera, podría compensarse el desplazamiento del ángulo debido a la introducción del modo de seguimiento y el tiempo actual y, por tanto, el cardán podría mantenerse estable en la dirección de cabeceo.

Basándose en el algoritmo de fusión de datos anterior, los datos de respuesta de cardán simulados teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas pueden obtenerse y transmitirse a un sistema de control remoto 606. En algunos casos,

los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse a un controlador remoto del sistema de control remoto, que, a su vez, puede transmitir los datos de respuesta de cardán simulados a un dispositivo de visualización para la pantalla de representación visual. Como alternativa, los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse directamente a un dispositivo de visualización o el dispositivo de visualización y el controlador remoto pueden ser el mismo dispositivo.

En algunas realizaciones, si se realiza el algoritmo de fusión de datos en el presente documento en el sistema de control de vuelo a bordo del UAV, entonces los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse del UAV al dispositivo de visualización (opcionalmente, mediante el controlador remoto). En otra realización, si se realiza el algoritmo de fusión de datos en el presente documento en el sistema de controlador, entonces los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse directamente desde el controlador remoto al dispositivo de visualización (por ejemplo, mediante una conexión cableada o una conexión inalámbrica). Si el dispositivo de visualización y el controlador remoto se integran entre sí, los datos de respuesta de cardán simulados pueden visualizarse automáticamente en la pantalla de representación del controlador remoto. En otras realizaciones, el algoritmo de fusión de datos puede realizarse en un sistema de control de cardán (por ejemplo, a bordo de un cardán o UAV) y los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse al sistema de control remoto. El algoritmo de fusión de datos puede producirse en cualquier dispositivo externo (por ejemplo, un servidor, una nube, otro UAV) y puede transmitirse al sistema de control remoto.

El dispositivo de visualización puede comprender una pantalla que puede representar los datos de simulación en una representación 2D o 3D. El dispositivo de visualización puede ser un teléfono móvil (por ejemplo, un teléfono inteligente), una tableta, un ordenador de sobremesa, un ordenador portátil, unos cascos de realidad virtual o una televisión o un proyector en comunicación con un dispositivo informático. En algunos casos, el dispositivo de visualización puede comprender una pantalla táctil, una pantalla LCD o una pantalla plasma.

Debe entenderse que la selección de modo y la selección de condición meteorológica según algunas realizaciones de la invención tal como se comentó anteriormente con respecto a las figuras 3 a 6 tienen solo fines ilustrativos. Un experto en la técnica puede comprender, basándose en la enseñanza de la memoria descriptiva, que los métodos, sistemas y dispositivos de simulación de la invención pueden ponerse en práctica sin la selección de modo y la selección de condición meteorológica. Por ejemplo, el método de simulación tal como se propone puede implementarse simplemente basándose en un modo único, tal como uno del modo FPV, el modo de seguimiento y el modo de cardán libre, que pueden preestablecerse o seleccionarse por el usuario. Por tanto, el usuario puede entrenarse en un modo específico, que puede hacer que el entrenamiento sea más específico. Asimismo, la selección de condición meteorológica puede ignorarse u omitirse si el entorno de vuelo real es ideal y tranquilo. Además, la fusión de datos dirigida a diferentes modos de cardán en el presente documento es simplemente ilustrativa de algunos ejemplos de los algoritmos de simulación y los métodos de simulación de la invención pueden aplicarse sin tener en cuenta el modo de cardán.

La figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra esquemáticamente un método de simulación del control de cardán según una realización de la invención.

Los datos de respuesta de cardán simulados generados por un sistema de control de cardán a bordo del vehículo pueden recibirse 701 en un sistema de control remoto remoto a un vehículo, en el que los datos de respuesta de cardán simulados se generan basándose en (1) datos de control de cardán del sistema de control remoto configurados para comunicarse con el sistema de control de cardán y (2) datos de posición que describen una posición de vuelo del vehículo generada a partir de un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo. Puede visualizarse una representación de cardán simulada en el sistema de control remoto basándose en los datos de respuesta de cardán simulados en un dispositivo de visualización 702.

En algunas realizaciones, el vehículo es un vehículo aéreo no tripulado ("UAV") y los datos de respuesta de cardán simulados se determinan según un modo de cardán, en el que el modo de cardán incluye uno de un modo de visión en primera persona, un modo de seguimiento o un modo de cardán libre tal como se comentó en detalle anteriormente con respecto a las figuras 3 a 5.

Cuando el cardán se pone en funcionamiento en el modo de visión en primera persona, los datos de respuesta de cardán simulados estabilizan un eje de cabeceo del cardán con respecto al entorno sin estabilizar un eje de guiñada y un eje de balanceo. Dicho de otro modo, la posición de vuelo de cabeceo del cardán se compensaría por la fusión de datos teniendo en cuenta el entorno, tal como los datos meteorológicos, tal como se comentó con respecto a la figura 6.

Cuando el cardán se pone en funcionamiento en el modo de seguimiento, los datos de respuesta de cardán simulados estabilizan un eje de cabeceo y un eje de balanceo del cardán con respecto al entorno sin estabilizar un eje de guiñada. Dicho de otro modo, las posiciones de vuelo de balanceo y cabeceo del cardán se compensarían por la fusión de datos teniendo en cuenta el entorno, tal como los datos meteorológicos, tal como se comentó con respecto a la figura 6.

Cuando el cardán se pone en funcionamiento en el modo de cardán libre, los datos de respuesta de cardán simulados estabilizan un eje de cabeceo, un eje de guiñada y un eje de balanceo del cardán con respecto al entorno. Dicho de otro modo, las posiciones de vuelo de balanceo y cabeceo del cardán se compensarían por la fusión de datos teniendo en cuenta el entorno, tal como los datos meteorológicos, tal como se comentó con respecto a la figura 6.

- Los datos de respuesta de cardán pueden determinarse basándose en una señal de modo de cardán generada en el sistema de control remoto remoto al vehículo. La señal de modo de cardán puede generarse en respuesta a una entrada de usuario que indica una selección de un modo de cardán de la pluralidad de modos de cardán, tal como el modo de visión en primera persona, el modo de seguimiento y el modo de cardán libre. Un usuario puede seleccionar un modo de cardán de una pluralidad de modos de cardán. La simulación puede reflejar el modo de cardán seleccionado. Los datos visuales virtuales capturados por la cámara virtual pueden reflejar el modo de cardán seleccionado. Un usuario puede alterar un modo de cardán mediante una entrada de usuario. La alteración al modo de cardán puede producirse antes del vuelo simulado y/o durante el vuelo simulado. La simulación puede reflejar la actualización al modo de cardán. Los datos visuales virtuales capturados por la cámara virtual pueden actualizarse para reflejar el modo de cardán actualizado.
- Un controlador remoto puede configurarse para transmitir los datos de respuesta de cardán simulados a un dispositivo de visualización que comprende una pantalla de representación visual. Como alternativa, el dispositivo de visualización puede obtener directamente los datos de respuesta de cardán simulados. La pantalla de representación visual puede mostrar información de estado de cardán simulada del UAV. La información de estado de cardán simulada puede incluir datos visuales simulados capturados por una cámara ajustada en el cardán. El dispositivo de visualización puede ser un dispositivo móvil y el sistema de control remoto puede comunicarse con el dispositivo de visualización mediante una conexión inalámbrica. En algunas realizaciones, el sistema de control remoto puede comprender el dispositivo de visualización. En algunos casos, un controlador remoto que puede aceptar una entrada de usuario para controlar el cardán y/o UAV puede tener un dispositivo de visualización incorporado en el mismo. En un ejemplo, el sistema de control remoto puede ser el mismo sistema de control remoto usado para poner en funcionamiento el vehículo y el cardán en una operación de vuelo real.
- El sistema de control remoto puede comprender, además, un dispositivo de visualización que recibe los datos de respuesta de cardán simulados y visualiza una ilustración visual del cardán en una orientación descrita por los datos de respuesta de cardán. El sistema de control remoto puede incluir uno o más controles de palanca de control útiles para controlar el rumbo de dirección del cardán.
- Los datos de posición que describen una posición de vuelo del vehículo de un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo pueden basarse al menos parcialmente en la orientación simulada del vehículo. En algunas realizaciones, los datos de posición que describen una posición de vuelo del vehículo de un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo se basan al menos parcialmente en datos meteorológicos simulados.
- En algunas realizaciones, los datos de posición que describen una posición de vuelo del vehículo de un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo se basan al menos parcialmente en los datos de posición que describen la posición de vuelo simulada del vehículo que incluye al menos una de (1) la rotación del vehículo alrededor de un eje de cabeceo, (2) la rotación del vehículo alrededor de un eje de guiñada o (3) la rotación del vehículo alrededor de un eje de balanceo.
- La figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra esquemáticamente un método de simulación del control de cardán según una realización de la invención.
- Tal como se ilustra en la figura 8, se obtiene una señal de modo de cardán indicativa de una selección de una pluralidad de modos de cardán 801. Entonces, se obtienen datos de control de cardán de un sistema de control remoto y datos de posición del vehículo que describen una posición de vuelo simulada del vehículo generados a partir de un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo 802. Se generan datos de respuesta de cardán simulados 803 basándose en los datos de control de cardán, los datos de posición del vehículo que describen la posición de vuelo simulada del vehículo y la señal de modo de cardán, en el que los datos de respuesta de cardán simulados provocan que un conjunto diferente de ejes se establezca con respecto a un entorno del vehículo en cada uno de la pluralidad de modos de cardán.
- Tal como se comentó anteriormente con respecto a las figuras 2 a 6, el modo de cardán según las realizaciones de la invención puede incluir un modo de visión en primera persona, un modo de seguimiento y/o un modo de cardán libre. En cada modo, el cardán puede estabilizarse alrededor de diversos ejes para permitir que el cardán permanezca estable. Esto puede permitir que el dispositivo de captura de imágenes se mantenga horizontal.
- En algunas realizaciones, los datos de respuesta de cardán simulados pueden incluir información de estado de cardán simulada que representa una posición de vuelo del cardán en relación con el vehículo. Una pantalla de representación visual puede usarse para mostrar información de estado de cardán simulada del vehículo. Además, la información de estado de cardán simulada puede incluir datos visuales simulados capturados por una cámara ajustada en el cardán.
- Los datos de posición del vehículo que describen una posición de vuelo del vehículo de un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo pueden basarse al menos parcialmente en la orientación simulada del vehículo. En algunas realizaciones, los datos de posición que describen una posición de vuelo del vehículo de un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo se basan al menos parcialmente en datos meteorológicos simulados. Los datos de posición del vehículo que describen una posición de vuelo del vehículo de un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo pueden basarse al menos parcialmente en los datos de posición del vehículo que describen la posición de vuelo simulada del vehículo que incluye al menos una de (1) la rotación del vehículo alrededor de un eje de cabeceo, (2) la rotación del vehículo alrededor de un eje de guiñada o (3) la rotación del vehículo alrededor de un eje de balanceo.

Tal como se comentó anteriormente, basándose en los datos de control de cardán, los datos de posición del vehículo y la señal de modo de cardán, y datos meteorológicos opcionales, puede realizarse un algoritmo de fusión de datos en un sistema de control de cardán (por ejemplo, a bordo de un cardán o UAV. El algoritmo de fusión de datos puede producirse en cualquier dispositivo externo (por ejemplo, un servidor, una nube, otro UAV) y puede transmitirse al sistema de control remoto. En algunas realizaciones, el método puede comprender, además, transmitir los datos de respuesta de cardán simulados a un controlador remoto del sistema de control remoto, que, a su vez, puede transmitir los datos de respuesta de cardán simulados a un dispositivo de visualización que visualiza una ilustración visual del cardán en una orientación descrita por los datos de respuesta de cardán. Como alternativa, los datos de respuesta de cardán simulados pueden transmitirse directamente a un dispositivo de visualización o el dispositivo de visualización y el controlador remoto pueden ser el mismo dispositivo. Los datos de respuesta de cardán simulados pueden generarse por uno o más procesadores.

La figura 9 es un diagrama esquemático de un cardán a bordo de un vehículo según una realización de la invención.

Tal como se ilustra en la figura 9, el cardán 900 a bordo del vehículo puede incluir un receptor 901 configurado para recibir una señal de modo de cardán indicativa de una selección de una pluralidad de modos de cardán. El cardán 900 a bordo del vehículo puede comprender, además, un sistema de control de cardán 902 configurado para (1) recibir datos de control de cardán de un sistema de control remoto, (2) recibir datos de posición que describen una posición de vuelo simulada del vehículo generada a partir de un sistema de control de vuelo a bordo del vehículo y (3) datos de respuesta de cardán simulados basándose en (1) los datos de control de cardán, (2) los datos de posición que describen la posición de vuelo simulada del vehículo y (3) la señal de modo de cardán, en el que los datos de respuesta de cardán simulados provocan que un conjunto diferente de ejes se establezca con respecto a un entorno del vehículo en cada uno de la pluralidad de modos de cardán.

El cardán puede comprender opcionalmente uno o más componentes de cardán que pueden moverse entre sí. Los componentes de cardán pueden moverse entre sí con la ayuda de un accionador. Cada componente de cardán puede tener opcionalmente un accionador correspondiente que puede permitir el movimiento del componente de cardán. En algunos casos, uno o más componentes de cardán pueden permitir la rotación de la carga útil alrededor de un eje de cabeceo, uno o más componentes de cardán pueden permitir la rotación de la carga útil alrededor de un eje de guiñada y uno o más componentes de cardán pueden permitir la rotación de la carga útil alrededor de un eje de balanceo. En algunos casos, dependiendo de un modo seleccionado, los componentes de cardán pueden controlarse de manera individual para proporcionar un efecto de estabilización deseado. Por ejemplo, un primer componente de cardán puede estabilizarse mientras que no se estabilizan un componente de cardán segundo y tercero. En otro caso, pueden estabilizarse un componente de cardán primero y segundo, mientras que el tercer componente de cardán no se estabiliza. En otro ejemplo, pueden estabilizarse todos los componentes primero, segundo y tercero. La carga útil puede estar soportada por uno o más de los componentes de cardán. La carga útil puede ponerse en contacto de manera directa con un único componente de cardán. Como alternativa, la carga útil puede ponerse en contacto de manera directa con múltiples componentes de cardán.

Cuando la señal de modo de cardán es indicativa de una selección del modo de visión en primera persona, los datos de respuesta de cardán simulados pueden estabilizar un eje de cabeceo del cardán con respecto al entorno sin estabilizar un eje de guiñada y un eje de balanceo. Dicho de otro modo, la posición de vuelo de cabeceo del cardán se compensaría por la fusión de datos teniendo en cuenta el entorno, tal como los datos meteorológicos, tal como se comentó con respecto a la figura 6.

Cuando la señal de modo de cardán es indicativa de una selección del modo de seguimiento, los datos de respuesta de cardán simulados pueden estabilizar un eje de cabeceo y un eje de balanceo del cardán con respecto al entorno sin estabilizar un eje de guiñada. Dicho de otro modo, las posiciones de vuelo de balanceo y cabeceo del cardán se compensarían por la fusión de datos teniendo en cuenta el entorno, tal como los datos meteorológicos, tal como se comentó con respecto a la figura 6.

Cuando la señal de modo de cardán es indicativa de una selección del modo de cardán libre, los datos de respuesta de cardán simulados estabilizan un eje de cabeceo, un eje de guiñada y un eje de balanceo del cardán con respecto al entorno. Dicho de otro modo, las posiciones de vuelo de balanceo y cabeceo del cardán se compensarían por la fusión de datos teniendo en cuenta el entorno, tal como los datos meteorológicos, tal como se comentó con respecto a la figura 6.

En algunas realizaciones, la señal de modo de cardán puede generarse en el sistema de control remoto remoto al vehículo. En algunas realizaciones, la señal de modo de cardán puede generarse en respuesta a una entrada de usuario que indica una selección de un modo de cardán de la pluralidad de modos de cardán

En algunas realizaciones, se reciben (1) datos de control de cardán de un sistema de control remoto configurado para comunicar con el sistema de control de cardán y (2) datos de posición que describen una posición de vuelo simulada del vehículo en un sistema de control de cardán a bordo de un vehículo. El vehículo puede ser un vehículo aéreo no tripulado ("UAV"). La información de estado de cardán simulada puede incluir datos visuales simulados capturados por una cámara ajustada en el cardán.

La posición de vuelo simulada del vehículo puede generarse por un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo y un sistema de control remoto se configura para recibir los datos de respuesta de cardán simulados y transmitir los datos de respuesta de cardán simulados a un dispositivo de visualización que comprende una pantalla de representación visual que muestra información de estado de cardán simulada del UAV. El sistema de control remoto puede ser el mismo sistema de control remoto usado para poner en funcionamiento el vehículo y el cardán en una operación de vuelo real y puede incluir uno o más controles de palanca de control útiles para controlar el rumbo de dirección del cardán.

En algunas realizaciones, el dispositivo de visualización puede ser un dispositivo móvil y el sistema de control remoto puede comunicarse con el dispositivo de visualización mediante una conexión inalámbrica. En algunas realizaciones, el sistema de control remoto puede comprender el dispositivo de visualización que recibe los datos de respuesta de cardán simulados y visualiza una ilustración visual del cardán en una orientación descrita por los datos de respuesta de cardán.

La figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra esquemáticamente un método para poner en funcionamiento un cardán a bordo de un vehículo según una realización de la invención.

Tal como se ilustra en la figura 10, se obtiene 1001 una señal de modo de cardán indicativa de si el cardán debe estar en un modo activo o un modo de simulación. Se obtienen datos de control de cardán de un sistema de control remoto 1002. Se generan datos de respuesta de cardán 1003 en el sistema de control de cardán basándose en los datos de control de cardán del sistema de control remoto, en el que los datos de respuesta de cardán se (1) comunican con uno o más accionadores configurados para ajustar una disposición del cardán cuando el cardán está en el modo activo y no se (2) comunican con uno o más accionadores cuando el cardán está en el modo de simulación.

Los datos de respuesta de cardán simulados pueden incluir datos de estado de cardán simulados que representan una posición de vuelo del cardán en relación con el vehículo. Una pantalla de representación visual puede mostrar información de estado de cardán simulada del vehículo. La información de estado de cardán simulada puede incluir datos visuales simulados capturados por una cámara ajustada en el cardán.

En algunas realizaciones, el método puede comprender, además, transmitir los datos de respuesta de cardán simulados a un dispositivo de visualización que visualiza una ilustración visual del cardán en una orientación descrita por los datos de respuesta de cardán. Los datos de respuesta de cardán simulados pueden generarse por uno o más procesadores.

Los datos de posición que describen una posición de vuelo del vehículo de un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo pueden basarse al menos parcialmente en la orientación simulada del vehículo. Además, los datos de posición que describen una posición de vuelo del vehículo desde el sistema de control del vehículo a bordo del vehículo pueden basarse al menos parcialmente en datos meteorológicos simulados. Los datos de posición que describen una posición de vuelo del vehículo del sistema de control del vehículo a bordo del vehículo pueden basarse al menos parcialmente en los datos de posición que describen la posición de vuelo simulada del vehículo que incluye al menos una de (1) la rotación del vehículo alrededor de un eje de cabeceo, (2) la rotación del vehículo alrededor de un eje de guiñada o (3) la rotación del vehículo alrededor de un eje de balanceo.

En algunas realizaciones, el uno o más accionadores incluyen uno o más motores. El uno o más accionadores pueden permitir la rotación de uno o más componentes de bastidor del cardán alrededor de un eje. El uno o más accionadores pueden permitir la traslación del cardán. En algunas realizaciones, la señal de modo de cardán puede generarse en el sistema de control remoto remoto al vehículo o puede generarse en respuesta a una entrada de usuario que indica una selección entre el modo activo y el modo de simulación.

La figura 11 es un diagrama esquemático de un cardán a bordo de un vehículo según una realización de la invención.

Tal como se ilustra en la figura 11, el cardán 1100 a bordo del vehículo puede incluir un receptor 1101, configurado para recibir una señal de modo de cardán indicativa de si el cardán debe estar en un modo activo o un modo de simulación. El cardán 1100 a bordo del vehículo puede incluir, además, un sistema de control de cardán 1102 configurado para (1) recibir datos de control de cardán desde un sistema de control remoto y (2) datos de respuesta de cardán basándose en los datos de control de cardán del sistema de control remoto. El cardán 1100 a bordo del vehículo puede incluir adicionalmente uno o más accionadores 1103 configurados para (1) ajustar una disposición del cardán cuando el cardán está en el modo activo o (2) permanecer inactivo y no ajustar la disposición del cardán cuando el cardán está en el modo de simulación.

Se reciben los datos de control de cardán de un sistema de control remoto configurado para comunicarse con el sistema de control de cardán y los (2) datos de posición que describen una posición de vuelo simulada del vehículo en un sistema de control de cardán a bordo del vehículo se reciben en un sistema de control a bordo del vehículo. El sistema de control remoto puede configurarse para recibir los datos de respuesta de cardán simulados y transmitir los datos de respuesta de cardán simulados a un dispositivo de visualización que comprende una pantalla de representación visual que muestra información de estado de cardán simulada del vehículo. El sistema de control remoto puede incluir uno o más controles de palanca de control útiles para controlar el rumbo de dirección del cardán. El dispositivo de visualización puede ser un dispositivo móvil y el sistema de control remoto puede comunicarse con el dispositivo de visualización mediante una conexión inalámbrica.

El sistema de control remoto puede comprender un dispositivo de visualización que recibe los datos de respuesta de cardán simulados y visualiza una ilustración visual del cardán en una orientación descrita por los datos de respuesta de

cardán. El sistema de control remoto puede ser el mismo sistema de control remoto usado para poner en funcionamiento el vehículo y el cardán en una operación de vuelo real. En algunas realizaciones, la información de estado de cardán simulada incluye datos visuales simulados capturados por una cámara ajustada en el cardán.

5 En algunos casos, los datos de posición que describen una posición de vuelo del vehículo de un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo pueden basarse al menos parcialmente en la orientación simulada del vehículo. Además, los datos de posición que describen una posición de vuelo del vehículo de un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo pueden basarse al menos parcialmente en datos meteorológicos simulados.

10 Los datos de posición que describen una posición de vuelo del vehículo de un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo pueden basarse al menos parcialmente en los datos de posición que describen la posición de vuelo simulada del vehículo que incluye al menos una de (1) la rotación del vehículo alrededor de un eje de cabeceo, (2) la rotación del vehículo alrededor de un eje de guiñada o (3) la rotación del vehículo alrededor de un eje de balanceo.

15 En algunas realizaciones, el uno o más accionadores incluyen uno o más motores. El uno o más accionadores pueden permitir la rotación de uno o más componentes de bastidor del cardán alrededor de un eje. El uno o más accionadores pueden permitir la traslación del cardán. En algunas realizaciones, la señal de modo de cardán puede generarse en el sistema de control remoto al vehículo. La señal de modo de cardán puede generarse en respuesta a una entrada de usuario que indica una selección entre el modo activo y el modo de simulación. En el presente documento, el vehículo puede ser un vehículo aéreo no tripulado ("UAV").

La figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra esquemáticamente un método de simulación del control de cardán según una realización de la invención.

20 Tal como se ilustra en la figura 12, se obtienen (1) datos de control de cardán de un sistema de control remoto configurados para comunicarse con el sistema de control de cardán y (2) datos de posición del vehículo que describen una posición de vuelo simulada del vehículo 1201. Se generan datos de respuesta de cardán simulados 1202 en un sistema de control de cardán basándose en los datos de control de cardán y los datos de posición que describen la posición de vuelo simulada del vehículo. Entonces, los datos de respuesta de cardán simulados y la posición de vuelo simulada del vehículo se transmiten a un sistema de control remoto 1203, que puede, a su vez, transmitir la posición de vuelo simulada del vehículo a un dispositivo de visualización, en el que el dispositivo de visualización puede generar una representación visual basándose en los datos de respuesta de cardán simulados y la posición de vuelo simulada del vehículo. En el presente documento, el vehículo puede ser un vehículo aéreo no tripulado ("UAV").

30 En algunos casos, los datos de respuesta de cardán simulados pueden incluir datos de estado de cardán simulados que representan una posición de vuelo del cardán en relación con el vehículo. Una pantalla de representación visual puede mostrar información de estado de cardán simulada del vehículo. La información de estado de cardán simulada incluye datos visuales simulados capturados por una cámara ajustada en el cardán. El sistema de control remoto puede incluir uno o más controles de palanca de control útiles para controlar el rumbo de dirección del cardán. Los datos de respuesta de cardán simulados pueden generarse por uno o más procesadores.

35 En algunas realizaciones, los datos de posición que describen una posición de vuelo del vehículo de un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo pueden basarse al menos parcialmente en la orientación simulada del vehículo. En algunas realizaciones, los datos de posición que describen una posición de vuelo del vehículo de un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo pueden basarse al menos parcialmente en datos meteorológicos simulados que describen múltiples condiciones meteorológicas. Los datos de posición que describen una posición de vuelo del vehículo de un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo pueden basarse al menos parcialmente en los datos de posición que describen la posición de vuelo simulada del vehículo que incluye al menos una de (1) la rotación del vehículo alrededor de un eje de cabeceo, (2) la rotación del vehículo alrededor de un eje de guiñada o (3) la rotación del vehículo alrededor de un eje de balanceo.

La figura 13 es un diagrama esquemático de un sistema de simulación de cardán según una realización de la invención.

45 Tal como se ilustra en la figura 13, el sistema de simulación de cardán 1300 puede incluir un cardán 1301 a bordo de un vehículo. El sistema de simulación de cardán 1300 puede comprender, además, un sistema de control de cardán 1302 a bordo del vehículo configurado para (1) recibir datos de control de cardán desde un sistema de control remoto, (2) recibir datos de posición que describen una posición de vuelo simulada del vehículo generada a partir de un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo; y (3) generar datos de respuesta de cardán simulados basándose en (i) los datos de control de cardán y (ii) los datos de posición que describen la posición de vuelo simulada del vehículo. El sistema de simulación de cardán 1300 puede incluir adicionalmente una unidad de comunicación 1303 configurada para transmitir, a un dispositivo de visualización, los datos de respuesta de cardán simulados y la posición de vuelo simulada del vehículo, en el que el dispositivo de visualización genera una representación visual basándose en los datos de respuesta de cardán simulados y la posición de vuelo simulada del vehículo.

55 El dispositivo de visualización es un dispositivo portátil. El dispositivo de visualización puede integrarse con un sistema de control remoto en comunicación con el sistema de control de cardán. En algunas realizaciones, los datos de respuesta de cardán simulados se calculan determinando una posición de vuelo simulada del cardán en relación con la posición de vuelo simulada del vehículo.

En algunas realizaciones, se reciben (1) los datos de control de cardán de un sistema de control remoto configurado para comunicarse con el sistema de control de cardán y (2) los datos de posición que describen una posición de vuelo simulada del vehículo en un sistema de control de cardán a bordo de un vehículo. El vehículo puede ser un vehículo aéreo no tripulado ("UAV"). La posición de vuelo simulada del vehículo puede generarse por un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo.

En algunas realizaciones, los datos de respuesta de cardán simulados pueden determinarse según un modo de cardán de múltiples modos de cardán, en el que el modo de cardán puede incluir uno de un modo de visión en primera persona, un modo de seguimiento y un modo de cardán libre. Cuando el cardán se pone en funcionamiento en el modo de visión en primera persona, los datos de respuesta de cardán simulados pueden estabilizar un eje de cabeceo del cardán con respecto al entorno sin estabilizar un eje de guiñada y un eje de balanceo. Cuando el cardán se pone en funcionamiento en el modo de seguimiento, los datos de respuesta de cardán simulados pueden estabilizar un eje de cabeceo y un eje de balanceo del cardán con respecto al entorno sin estabilizar un eje de guiñada. Cuando el cardán se pone en funcionamiento en el modo de cardán libre, los datos de respuesta de cardán simulados pueden estabilizar un eje de cabeceo, un eje de guiñada y un eje de balanceo del cardán con respecto al entorno. En el presente documento, el entorno puede ser respecto a múltiples condiciones meteorológicas.

En algunos casos, los datos de posición que describen una posición de vuelo del vehículo de un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo pueden basarse al menos parcialmente en la orientación simulada del vehículo. En algunas realizaciones, los datos de posición que describen una posición de vuelo del vehículo de un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo pueden basarse al menos parcialmente en datos meteorológicos simulados. Los datos de posición que describen una posición de vuelo del vehículo de un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo pueden basarse al menos parcialmente en los datos de posición que describen la posición de vuelo simulada del vehículo que incluye al menos una de (1) la rotación del vehículo alrededor de un eje de cabeceo, (2) la rotación del vehículo alrededor de un eje de guiñada o (3) la rotación del vehículo alrededor de un eje de balanceo.

Una simulación puede proporcionar a un usuario una experiencia virtual de control de un cardán mientras un UAV está en vuelo simulado. El usuario puede practicar el control del cardán solo o puede practicar el control del cardán y el UAV. En algunos casos, diferentes usuarios pueden practicar el control de cada parte (por ejemplo, un primer usuario puede controlar un cardán mientras que un segundo usuario puede controlar un UAV).

La simulación puede mostrar al usuario la perspectiva de un dispositivo de captura de imágenes soportado por el cardán. El usuario puede visualizar datos visuales virtuales capturados por el dispositivo de captura de imágenes en tiempo real. Dependiendo de un modo de cardán seleccionado, el dispositivo de captura de imágenes virtual puede estabilizarse alrededor de diferentes ejes de rotación que pueden proporcionar un efecto visual diferente por el dispositivo de captura de imágenes.

La simulación también puede mostrar el cardán funcionando en el entorno virtual. La simulación puede mostrar el cardán soportado por el UAV dentro del entorno virtual. Puede visualizarse la ubicación del cardán y/o UAV en el entorno virtual. Puede visualizarse el posicionamiento del cardán. Por ejemplo, puede visualizarse el grado de rotación por uno o más componentes de cardán. Puede visualizarse la orientación de la carga útil dentro del entorno virtual. En algunos casos, pueden visualizarse medidas virtuales. Por ejemplo, puede visualizarse el grado de orientación del UAV alrededor de uno o más ejes como valores numéricos. De manera similar, puede visualizarse una ubicación espacial del UAV en el entorno virtual como coordenadas espaciales. De manera similar, el grado de orientación de la carga útil soportada por el cardán alrededor de uno o más ejes puede visualizarse como valores numéricos. La ubicación espacial de la carga útil en el entorno virtual puede visualizarse como coordenadas espaciales. Las medidas para el grado de rotación para cada componente de cardán pueden visualizarse o no como valores numéricos.

Puede visualizarse el entorno virtual. El entorno virtual puede incluir una o más características geográficas. Esto puede incluir características que se producen de manera natural tales como montañas, colinas, lagos, ríos, arroyos, valles, bosques, rocas, terreno, costas o cualquier otra característica que se produce de manera natural. Esto también puede incluir características virtuales hechas por el hombre tales como edificios, vehículos, puentes, aeropuertos, pistas de aterrizaje o cualquier otra característica hecha por el hombre. Pueden visualizarse objetos móviles tales como humanos o animales. La imagen virtual del dispositivo de captura de imágenes puede corresponder con la posición y orientación estimadas del dispositivo de captura de imágenes en el entorno virtual.

La figura 14 ilustra esquemáticamente un vehículo aéreo no tripulado 1400 con un cardán según una realización de la invención.

El UAV puede ser un ejemplo de un objeto móvil tal como se describe en el presente documento. El UAV 1400 puede incluir un sistema de propulsión que tiene cuatro rotores, tales como esos 1402, 1404 y 1406 tal como se representa explícitamente. Puede proporcionarse cualquier número de rotores (por ejemplo, uno, dos, tres, cuatro, cinco, seis o más). Los rotores, los conjuntos de rotores u otros sistemas de propulsión del vehículo aéreo no tripulado pueden permitir que el vehículo aéreo no tripulado permanezca en vuelo estacionario/mantenga su posición, cambie su orientación y/o cambie su ubicación. La distancia entre desplazamientos de rotores opuestos puede tener cualquier longitud adecuada. Por ejemplo, la longitud puede ser menor que o igual a 2 m, o menor que igual a 5 m. En algunas realizaciones, la longitud puede estar en un intervalo de entre 40 cm y 1 m, entre 10 cm y 2 m, o entre 5 cm y 5 m. En el presente documento,

cualquier descripción de un UAV puede aplicarse a un objeto móvil, tal como un objeto móvil de un tipo diferente y viceversa. El UAV puede usar un método o sistema de despegue asistido tal como se describe en el presente documento.

En algunas realizaciones, el objeto móvil puede configurarse para transportar una carga, tal como el cardán 1408, que puede soportar un dispositivo de captura de imágenes 1410 tal como se representa. La carga puede incluir uno o más de pasajeros, cargamento, equipo, instrumentos y similares. La carga puede proporcionarse dentro de un alojamiento. El alojamiento puede ser independiente de un alojamiento del objeto móvil o formar parte de un alojamiento para un objeto móvil. Como alternativa, la carga puede proporcionarse con un alojamiento mientras que el objeto móvil no tiene un alojamiento. Como alternativa, pueden proporcionarse partes de la carga o la carga entera sin un alojamiento. La carga puede fijarse de manera rígida en relación con el objeto móvil. Opcionalmente, la carga puede moverse en relación con el objeto móvil (por ejemplo, trasladable o giratoria en relación con el objeto móvil). La carga puede incluir una carga útil y/o un soporte, tal como se describe en otra parte en el presente documento.

En algunas realizaciones, el movimiento del objeto móvil, el soporte y la carga útil en relación con un sistema de referencia fijo (por ejemplo, el entorno circundante) y/o entre sí pueden controlarse por un terminal. El terminal puede ser un dispositivo de controlador remoto, tal como el controlador remoto 101 mostrado en la figura 1, en una ubicación alejada del objeto móvil, el soporte y/o la carga útil. El terminal puede disponerse sobre o adherirse a una plataforma de soporte. Como alternativa, el terminal puede ser un dispositivo ponible o portátil. Por ejemplo, el terminal puede incluir un teléfono inteligente, una tableta, un portátil, un ordenador, unas gafas, unos guantes, un casco, un micrófono o combinaciones adecuadas de los mismos. El terminal puede incluir una interfaz de usuario, tal como un teclado, un ratón, una palanca de control, una pantalla táctil o una pantalla de representación. Cualquier entrada de usuario adecuada puede usarse para interactuar con el terminal, tal como órdenes introducidas manualmente, control de voz, control de gestos o control de posición (por ejemplo, mediante un movimiento, ubicación o inclinación del terminal).

El terminal puede usarse para controlar cualquier estado adecuado del objeto móvil, el soporte y/o la carga útil. Por ejemplo, el terminal puede usarse para controlar la posición y/o la orientación del objeto móvil, el soporte y/o la carga útil en relación con una referencia fija entre sí. En algunas realizaciones, el terminal puede usarse para controlar elementos individuales del objeto móvil, el soporte y/o la carga útil, tal como el conjunto de accionamiento del soporte, un sensor de la carga útil o un emisor de la carga útil. El terminal puede incluir un dispositivo de comunicación inalámbrica adaptado para comunicarse con uno o más del objeto móvil, el soporte o la carga útil. El terminal puede corresponder a un controlador remoto tal como se describe en otra parte en el presente documento. El terminal puede ser opcionalmente un dispositivo de visualización o puede incluir un dispositivo de visualización. El terminal puede formar parte del sistema de control remoto.

El terminal puede incluir una unidad de visualización adecuada para visualizar información del objeto móvil, el soporte y/o la carga útil. Por ejemplo, el terminal puede configurarse para visualizar información del objeto móvil, el soporte y/o la carga útil con respecto a la posición, velocidad de traslación, aceleración de traslación, orientación, velocidad angular, aceleración angular o cualquier combinación adecuada de las mismas. En algunas realizaciones, el terminal puede visualizar información proporcionada por la carga útil, tal como datos proporcionados por una carga útil funcional (por ejemplo, imágenes grabadas por una cámara u otro dispositivo de captura de imágenes).

Opcionalmente, el mismo terminal puede controlar tanto el objeto móvil, el soporte y/o la carga útil, o un estado del objeto móvil, el soporte y/o la carga útil, así como recibir y/o visualizar información desde el objeto móvil, el soporte y/o la carga útil. Por ejemplo, un terminal puede controlar el posicionamiento de la carga útil en relación con un entorno, mientras visualiza datos de imagen capturados por la carga útil, o información acerca de la posición de la carga útil. Como alternativa, pueden usarse diferentes terminales para diferentes funciones. Por ejemplo, un primer terminal puede controlar el movimiento o un estado del objeto móvil, el soporte y/o la carga útil mientras un segundo terminal puede recibir y/o visualizar información desde el objeto móvil, el soporte y/o la carga útil. Por ejemplo, un primer terminal puede usarse para controlar el posicionamiento de la carga útil en relación con un entorno mientras que un segundo terminal visualiza datos de imagen capturados por la carga útil. Pueden utilizarse diversos modos de comunicación entre un objeto móvil y un terminal integrado que tanto controla el objeto móvil como recibe datos, o entre el objeto móvil y múltiples terminales que tanto controla el objeto móvil como recibe datos. Por ejemplo, pueden formarse al menos dos modos de comunicación diferentes entre el objeto móvil y el terminal que tanto controla el objeto móvil como recibe datos desde el objeto móvil.

La figura 15 ilustra un objeto móvil 1500 que incluye un soporte 1502 y una carga útil 1504, según realizaciones de la invención. Aunque el objeto móvil 1500 se representa como una aeronave, esta representación no está destinada a ser limitativa y puede usarse cualquier tipo adecuado de objeto móvil, tal como se describió anteriormente en el presente documento. Un experto en la técnica apreciaría que cualquiera de las realizaciones descritas en el presente documento en el contexto de sistemas de aeronave puede aplicarse a cualquier objeto móvil adecuado (por ejemplo, un UAV). En algunos casos, la carga útil 1504 puede proporcionarse en el objeto móvil 1500 sin requerir el soporte 1502. El objeto móvil 1500 puede incluir mecanismos de propulsión 1506, un sistema de detección 1508 y un sistema de comunicación 1510.

Los mecanismos de propulsión 1506 pueden incluir uno o más de rotores, hélices, palas, motores, ruedas, ejes, imanes o boquillas, tal como se describió anteriormente. El objeto móvil puede tener uno o más, dos o más, tres o más, o cuatro o más mecanismos de propulsión. Los mecanismos de propulsión pueden ser todos del mismo tipo. Como alternativa, uno o más mecanismos de propulsión pueden ser diferentes tipos de mecanismos de propulsión. Los mecanismos de

propulsión 1506 pueden montarse en el objeto móvil 1500 usando cualquier medio adecuado, tal como un elemento de soporte (por ejemplo, un eje de accionamiento) tal como se describe en otra parte en el presente documento. Los mecanismos de propulsión 1506 pueden montarse en cualquier parte adecuada del objeto móvil 1500, tales como en la parte superior, parte inferior, parte frontal, parte trasera, laterales o combinaciones adecuadas de los mismos.

5 En algunas realizaciones, los mecanismos de propulsión 1506 pueden permitir que el objeto móvil 1500 despegue de manera vertical desde una superficie o aterrice de manera vertical sobre una superficie sin requerir ningún movimiento horizontal del objeto móvil 1500 (por ejemplo, sin bajar por una pista de despegue). Opcionalmente, los mecanismos de propulsión 1506 pueden funcionar para permitir que el objeto móvil 1500 permanezca en vuelo estacionario en el aire en una posición y/u orientación específicas. Uno o más de los mecanismos de propulsión 1506 pueden controlarse de manera independiente de los otros mecanismos de propulsión. Como alternativa, los mecanismos de propulsión 1506 pueden configurarse para controlarse de manera simultánea. Por ejemplo, el objeto móvil 1500 puede tener múltiples rotores orientados de manera horizontal que pueden proporcionar elevación y/o tracción al objeto móvil. Los múltiples rotores orientados de manera horizontal pueden accionarse para proporcionar despegue vertical, aterrizaje vertical y capacidades de vuelo estacionario al objeto móvil 1500. En algunas realizaciones, uno o más de los rotores orientados de manera horizontal pueden girar en una dirección en sentido de las agujas del reloj, mientras uno o más de los rotores orientados de manera horizontal pueden girar en una dirección en sentido contrario a las agujas del reloj. Por ejemplo, el número de rotores en sentido de las agujas del reloj puede ser igual al número de rotores en sentido contrario a las agujas del reloj. La tasa de rotación de cada uno de los rotores orientados de manera horizontal puede variarse de manera independiente con el fin de controlar la elevación y/o la tracción producidas por cada rotor y, de ese modo, ajustar la disposición espacial, velocidad y/o aceleración del objeto móvil 1500 (por ejemplo, con respecto a hasta tres grados de traslación y hasta tres grados de rotación).

El sistema de detección 1508 puede incluir uno o más sensores que pueden detectar la disposición espacial, velocidad y/o aceleración del objeto móvil 1500 (por ejemplo, con respecto a hasta tres grados de traslación y hasta tres grados de rotación). El uno o más sensores pueden incluir sensores de sistema de posicionamiento global ("GPS"), sensores de movimiento, sensores inerciales, sensores de proximidad o sensores de imagen. Los datos de detección proporcionados por el sistema de detección 1508 pueden usarse para controlar la disposición espacial, velocidad y/u orientación del objeto móvil 1500 (por ejemplo, usando una unidad de procesamiento adecuada y/o módulo de control, tal como se describe a continuación). Como alternativa, el sistema de detección 1508 puede usarse para proporcionar datos respecto al entorno que rodea el objeto móvil, tal como condiciones meteorológicas, proximidad a posibles obstáculos, ubicación de características geográficas, ubicación de estructuras hechas por el hombre y similares.

El sistema de comunicación 1510 permite la comunicación con el terminal 1512 que tiene un sistema de comunicación 1514 mediante señales inalámbricas 1516. Los sistemas de comunicación 1510, 1514 pueden incluir cualquier número de transmisores, receptores y/o transceptores adecuados para la comunicación inalámbrica. La comunicación puede ser comunicación unilateral, de manera que pueden transmitirse datos en una sola dirección. Por ejemplo, la comunicación unilateral puede implicar solo el objeto móvil 1500 transmitiendo datos al terminal 1512 o viceversa. Los datos pueden transmitirse desde uno o más transmisores del sistema de comunicación 1510 hasta uno o más receptores del sistema de comunicación 1512 o viceversa. Como alternativa, la comunicación puede ser comunicación bilateral, de manera que pueden transmitirse datos en ambas direcciones entre el objeto móvil 1500 y el terminal 1512. La comunicación bilateral puede implicar transmitir datos desde uno o más transmisores del sistema de comunicación 1510 hasta uno o más receptores del sistema de comunicación 1514 y viceversa.

En algunas realizaciones, el terminal 1512 puede proporcionar datos de control a uno o más del objeto móvil 1500, el soporte 1502 y la carga útil 1504 y recibir información de uno o más del objeto móvil 1500, el soporte 1502 y la carga útil 1504 (por ejemplo, información de posición y/o movimiento del objeto móvil, el soporte o la carga útil; datos detectados por la carga útil tales como datos de imagen capturados por una cámara de carga útil). En algunos casos, los datos de control del terminal pueden incluir instrucciones para posiciones, movimiento, accionamientos o controles relativos del objeto móvil, el soporte y/o la carga útil. Por ejemplo, los datos de control pueden dar como resultado una modificación de la ubicación y/u orientación del objeto móvil (por ejemplo, mediante control de los mecanismos de propulsión 1506), o un movimiento de la carga útil con respecto al objeto móvil (por ejemplo, mediante control del soporte 1502). Los datos de control del terminal pueden dar como resultado el control de la carga útil, tal como el control del funcionamiento de una cámara u otro dispositivo de captura de imágenes (por ejemplo, tomar fotografías en movimiento o fijas, acercar o alejar, encender o apagar, cambiar los modos de captura de imágenes, cambiar la resolución de imagen, cambiar el enfoque, cambiar la profundidad de campo, cambiar el tiempo de exposición, cambiar el ángulo de visión o el campo de visión).

En algunos casos, las comunicaciones desde el objeto móvil, el soporte y/o la carga útil pueden incluir información desde uno o más sensores (por ejemplo, del sistema de detección 1508 o de la carga útil 1504). Las comunicaciones pueden incluir información detectada desde uno o más tipos diferentes de sensores (por ejemplo, sensores GPS, sensores de movimiento, sensor inercial, sensores de proximidad o sensores de imagen). Tal información puede referirse a la posición (por ejemplo, ubicación, orientación), movimiento o aceleración del objeto móvil, el soporte y/o la carga útil. Tal información de una carga útil puede incluir datos capturados por la carga útil o un estado detectado de la carga útil. Los datos de control proporcionados y transmitidos por el terminal 1512 pueden configurarse para controlar un estado de uno o más del objeto móvil 1500, el soporte 1502 o la carga útil 1504. Como alternativa o en combinación, el soporte 1502 y la carga útil 1504 también pueden incluir cada uno un módulo de comunicación configurado para comunicarse con el terminal

1512, de manera que el terminal puede comunicarse con y controlar cada uno del objeto móvil 1500, el soporte 1502 y la carga útil 1504 de manera independiente.

5 En algunas realizaciones, el objeto móvil 1500 puede configurarse para comunicarse con otro dispositivo remoto además del terminal 1512 o en lugar del terminal 1512. El terminal 1512 también puede configurarse para comunicarse con otro dispositivo remoto así como el objeto móvil 1500. Por ejemplo, el objeto móvil 1500 y/o el terminal 1512 pueden comunicarse con otro objeto móvil, o un soporte o la carga útil de otro objeto móvil. Cuando se desee, el dispositivo remoto puede ser un segundo terminal u otro dispositivo informático (por ejemplo, ordenador, portátil, tableta, teléfono inteligente u otro dispositivo móvil). El dispositivo remoto puede configurarse para transmitir datos al objeto móvil 1500, recibir datos desde el objeto móvil 1500, transmitir datos al terminal 1512 y/o recibir datos desde el terminal 1512. Opcionalmente, el  
10 dispositivo remoto puede conectarse a Internet u otra red de telecomunicaciones, de manera que los datos recibidos desde el objeto móvil 1500 y/o el terminal 1512 pueden subirse a un sitio web o un servidor.

15 En algunas realizaciones, en un modo de simulación, el objeto móvil 1500 puede estar separado físicamente del transporte 1502 y la carga útil 1504. El transporte 1502 y la carga útil 1504 pueden controlarse por el terminal 1512 para realizar la simulación de control de cardán tal como se comentó en la totalidad de la invención. En algunas realizaciones, en el modo de simulación, el objeto móvil 1500 puede establecerse para participar en la simulación de control de cardán. Tal como se comentó anteriormente con respecto a los dibujos, un sistema de control del vehículo y un sistema de control de riesgo pueden ponerse en funcionamiento en el objeto móvil 1500 para realizar la fusión de datos de los datos de control de riesgo y los datos de posición del objeto móvil de manera que pueden obtenerse los datos de posición de vuelo simulados del cardán.

20 La figura 16 es una ilustración esquemática a modo de diagrama de bloques de un sistema 1600 para controlar un objeto móvil o un soporte, según las realizaciones. El sistema 1600 puede usarse en combinación con cualquier realización adecuada de los sistemas, dispositivos y métodos dados a conocer en el presente documento. El sistema 1600 puede incluir un módulo de detección 1602, una unidad de procesamiento 1604, un medio legible por ordenador no transitorio 1606, un módulo de control 1608 y un módulo de comunicación 1610.

25 El módulo de detección 1602 puede utilizar diferentes tipos de sensores que recopilan información relacionada con los objetos móviles de diferentes maneras. Diferentes tipos de sensores pueden detectar diferentes tipos de señales o señales de diferentes fuentes. Por ejemplo, los sensores pueden incluir sensores inerciales, sensores GPS, sensores de proximidad (por ejemplo, radar óptico) o sensores de imagen/visión (por ejemplo, una cámara). El módulo de detección 1602 puede acoplarse de manera operativa a una unidad de procesamiento 1604 que tiene una pluralidad de procesadores. En algunas realizaciones, el módulo de detección 1602 puede acoplarse de manera operativa a un módulo de transmisión 1612 (por ejemplo, un módulo de transmisión de imágenes por Wi-Fi) configurado para transmitir de  
30 manera directa datos de detección a un sistema o dispositivo externo adecuado. Por ejemplo, el módulo de transmisión 1612 puede usarse para transmitir imágenes capturadas por una cámara del módulo de detección 1602 a un terminal remoto.

35 La unidad de procesamiento 1604 puede tener uno o más procesadores, tal como un procesador programable (por ejemplo, una unidad central de procesamiento (CPU)). La unidad de procesamiento 1604 puede acoplarse de manera operativa a un medio legible por ordenador no transitorio 1606. El medio legible por ordenador no transitorio 1606 puede almacenar lógica, código e/o instrucciones de programa ejecutables por la unidad de procesamiento 1604 para realizar una o más etapas tal como se comentó anteriormente. El medio legible por ordenador no transitorio puede incluir una o  
40 más unidades de memoria (por ejemplo, medios extraíbles o almacenamiento externo tal como una tarjeta SD o memoria de acceso aleatorio (RAM)). En algunas realizaciones, pueden transmitirse de manera directa datos desde el módulo de detección 1602 hasta y almacenarse dentro de las unidades de memoria del medio legible por ordenador no transitorio 1606. Las unidades de memoria del medio legible por ordenador no transitorio 1606 pueden almacenar lógica, código e/o instrucciones de programa ejecutables por la unidad de procesamiento 1604 para realizar cualquier realización adecuada de los métodos descritos en el presente documento. Por ejemplo, la unidad de procesamiento 1604 puede configurarse para ejecutar instrucciones provocando que uno o más procesadores de la unidad de procesamiento 1604 analicen datos de detección producidos por el módulo de detección 1602. Las unidades de memoria pueden almacenar datos de detección del módulo de detección 1602 para procesarlos por la unidad de procesamiento 1604. En algunas realizaciones, las unidades de memoria del medio legible por ordenador no transitorio 1606 pueden usarse para almacenar los resultados de procesamiento producidos por la unidad de procesamiento 1604.  
45

50 En algunas realizaciones, la unidad de procesamiento 1604 puede acoplarse de manera operativa a un módulo de control 1608 configurado para controlar un estado del objeto móvil. Por ejemplo, el módulo de control 1608 puede configurarse para controlar los mecanismos de propulsión del objeto móvil para ajustar la disposición espacial, velocidad y/o aceleración del objeto móvil con respecto a seis grados de libertad. Como alternativa o en combinación, el módulo de control 1608 puede controlar uno o más de un estado de un soporte, una carga útil o un módulo de detección.  
55

60 La unidad de procesamiento 1604 puede acoplarse de manera operativa a un módulo de comunicación 1610 configurado para transmitir y/o recibir datos desde uno o más dispositivos externos (por ejemplo, un terminal, un dispositivo de visualización u otro controlador remoto). Puede usarse cualquier medio adecuado de comunicación, tal como comunicación cableada o comunicación inalámbrica. Por ejemplo, el módulo de comunicación 1610 puede utilizar uno o más de redes de área local ("LAN"), redes de área ancha ("WAN"), infrarrojos, radio, WiFi, redes punto a punto ("P2P"),

5 redes de telecomunicación, comunicación en la nube y similares. Opcionalmente, pueden usarse estaciones retransmisoras, tales como torres, satélites o estaciones móviles. Las comunicaciones inalámbricas pueden ser dependientes de la proximidad o independientes de la proximidad. En algunas realizaciones, puede requerirse o no línea de mira para comunicaciones. El módulo de comunicación 1610 puede transmitir y/o recibir uno o más de datos de detección del módulo de detección 1602, resultados de procesamiento producidos por la unidad de procesamiento 1604, datos de control predeterminados, órdenes de usuario de un terminal o un controlador remoto y similares.

10 Los componentes del sistema 1600 pueden disponerse en cualquier configuración adecuada. Por ejemplo, uno o más de los componentes del sistema 1600 pueden ubicarse en el objeto móvil, el soporte, la carga útil, el terminal, el sistema de detección o un dispositivo externo adicional en comunicación con uno o más de los anteriores. Adicionalmente, aunque la figura 16 representa una única unidad de procesamiento 1604 y un único medio legible por ordenador no transitorio 1606, un experto en la técnica apreciaría que esto no está destinado a ser limitativo y que el sistema 1600 puede incluir una pluralidad de unidades de procesamiento y/o medios legibles por ordenador no transitorios. En algunas realizaciones, uno o más de la pluralidad de unidades de procesamiento y/o medios legibles por ordenador no transitorios pueden situarse en diferentes ubicaciones, tales como en el objeto móvil, el soporte, la carga útil, el terminal, el módulo de detección, el dispositivo externo adicional en comunicación con uno o más de los anteriores o combinaciones adecuadas de los mismos, de manera que cualquier aspecto adecuado de las funciones de memoria y/o procesamiento realizadas por el sistema 1600 puede producirse en una o más de las ubicaciones mencionadas anteriormente.

**REIVINDICACIONES**

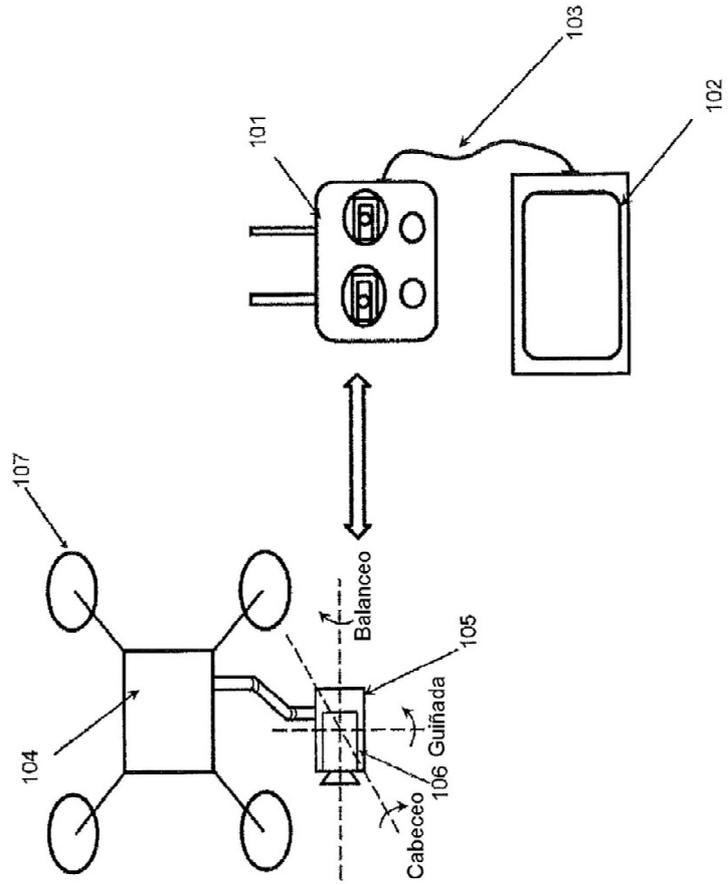
1. Método de simulación de control de cardán, comprendiendo dicho método:  
 recibir una señal de modo de cardán indicativa de una selección de una pluralidad de modos de cardán;  
 recibir (1) datos de control de cardán desde un sistema de control remoto y (2) datos de posición que describen una posición de vuelo simulada de un vehículo generados a partir de un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo;  
 y  
 generar, en el sistema de control de cardán, datos de respuesta de cardán simulados basándose en (1) los datos de control de cardán, (2) los datos de posición que describen la posición de vuelo simulada del vehículo y (3) la señal de modo de cardán, en el que los datos de respuesta de cardán simulados provocan que un conjunto diferente de ejes se estabilice con respecto a un entorno del vehículo en cada uno de la pluralidad de modos de cardán.
2. Método según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de modos de cardán incluye un modo de visión en primera persona, un modo de seguimiento y un modo de cardán libre.
3. Método según la reivindicación 2, en el que los datos de respuesta de cardán simulados estabilizan un eje de cabeceo del cardán con respecto al entorno sin estabilizar un eje de guiñada y un eje de balanceo, cuando la señal de modo de cardán es indicativa de una selección del modo de visión en primera persona.
4. Método según la reivindicación 2, en el que los datos de respuesta de cardán simulados estabilizan un eje de cabeceo y un eje de balanceo del cardán con respecto al entorno sin estabilizar un eje de guiñada, cuando la señal de modo de cardán es indicativa de una selección del modo de seguimiento.
5. Método según la reivindicación 2, en el que los datos de respuesta de cardán simulados estabilizan un eje de cabeceo, un eje de guiñada y un eje de balanceo del cardán con respecto al entorno, cuando la señal de modo de cardán es indicativa de una selección del modo de cardán libre.
6. Método según la reivindicación 1, en el que la señal de modo de cardán se genera en el sistema de control remoto remoto al vehículo.
7. Método según la reivindicación 1, en el que los datos de respuesta de cardán simulados incluyen datos de estado de cardán simulados que representan una posición de vuelo del cardán en relación con el vehículo.
8. Método según la reivindicación 7, en el que una pantalla de representación visual muestra información de estado de cardán simulada del vehículo.
9. Método según la reivindicación 8, en el que la información de estado de cardán simulada incluye datos visuales simulados capturados por una cámara ajustada en el cardán.
10. Método según la reivindicación 1, en el que el método comprende, además, transmitir los datos de respuesta de cardán simulados a un dispositivo de visualización que visualiza una ilustración visual del cardán en una orientación descrita por los datos de respuesta de cardán.
11. Método según la reivindicación 1, en el que los datos de respuesta de cardán simulados se generan por uno o más procesadores.
12. Método según la reivindicación 1, en el que los datos de posición que describen una posición de vuelo del vehículo del sistema de control del vehículo a bordo del vehículo se basan al menos parcialmente en la orientación simulada del vehículo, o  
 en el que los datos de posición que describen una posición de vuelo del vehículo del sistema de control del vehículo a bordo del vehículo se basan al menos parcialmente en datos meteorológicos simulados.
13. Método según la reivindicación 1, en el que los datos de posición que describen una posición de vuelo del vehículo del sistema de control del vehículo a bordo del vehículo se basan al menos parcialmente en los datos de posición que describen la posición de vuelo simulada del vehículo que incluye al menos una de (1) la rotación del vehículo alrededor de un eje de cabeceo, (2) la rotación del vehículo alrededor de un eje de guiñada o (3) la rotación del vehículo alrededor de un eje de balanceo.
14. Medio legible por ordenador no transitorio que comprende instrucciones de programa, que, cuando se ejecutan por uno o más ordenadores, provocan que el uno o más ordenadores realicen las operaciones según los métodos de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.
15. Cardán a bordo de un vehículo, que comprende:  
 un receptor configurado para recibir una señal de modo de cardán indicativa de una selección de una pluralidad de modos de cardán; y

5 un sistema de control de cardán configurado para (1) recibir datos de control de cardán de un sistema de control remoto, (2) recibir datos de posición que describen una posición de vuelo simulada del vehículo generados a partir de un sistema de control del vehículo a bordo del vehículo y (3) datos de respuesta de cardán simulados basándose en (1) los datos de control de cardán, (2) los datos de posición que describen la posición de vuelo simulada del vehículo y (3) la señal de modo de cardán,

en el que los datos de respuesta de cardán simulados provocan que un conjunto diferente de ejes se establezca con respecto a un entorno del vehículo en cada uno de la pluralidad de modos de cardán.

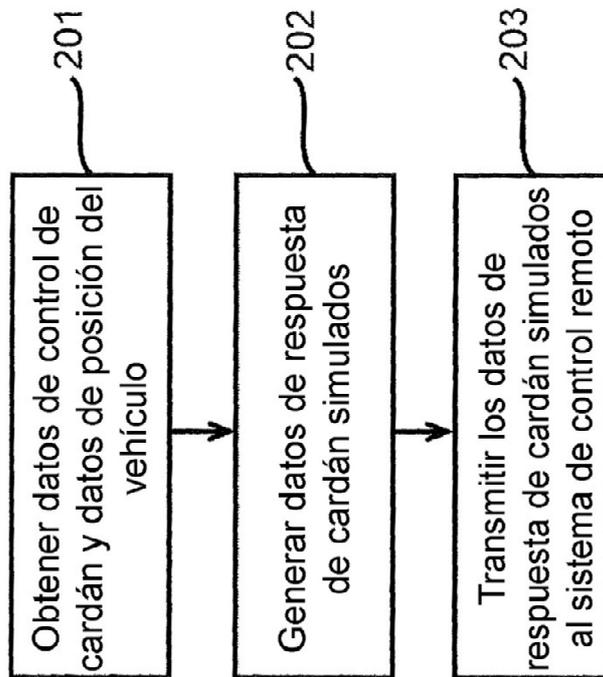
[Fig. 1]

[Fig. 1]



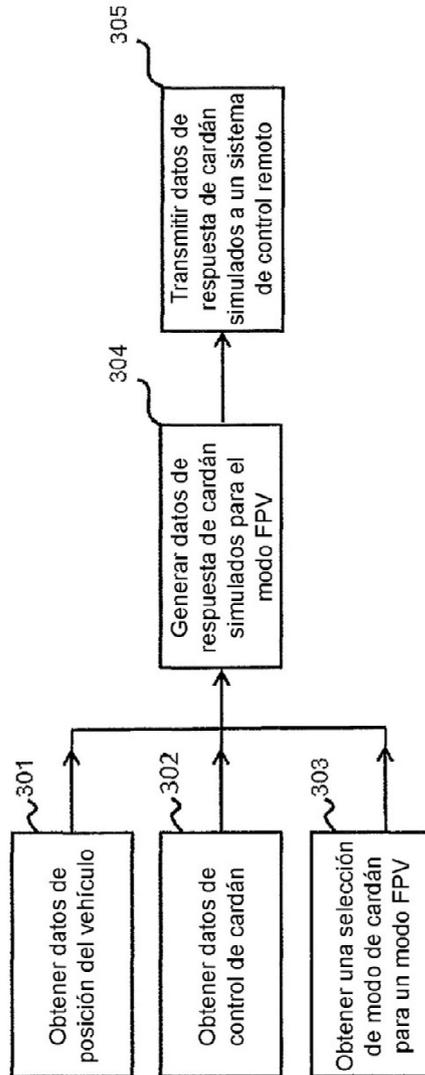
[Fig. 2]

[Fig. 2]



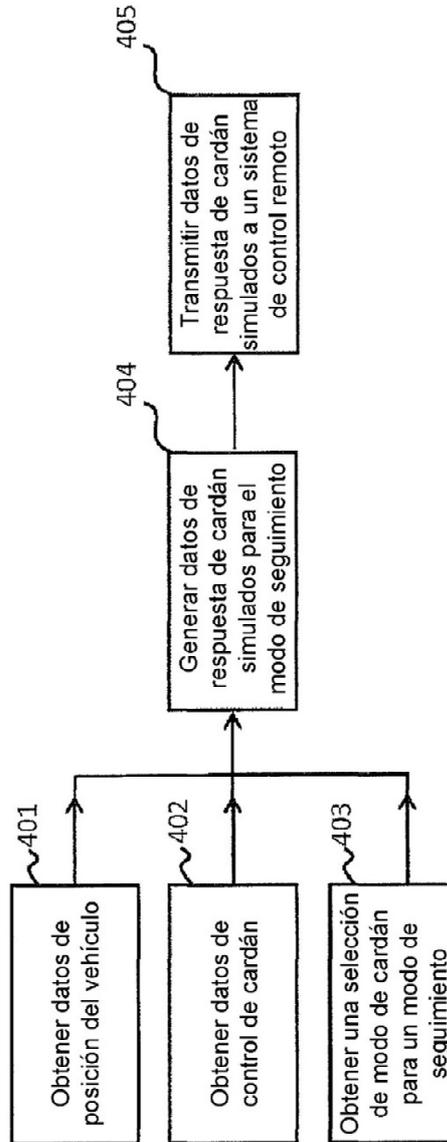
[Fig. 3]

[Fig. 3]



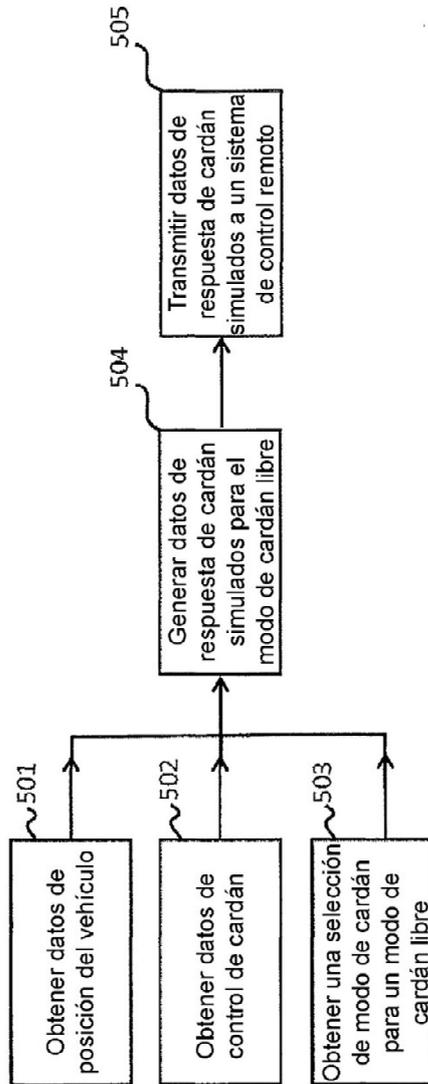
[Fig. 4]

[Fig. 4]



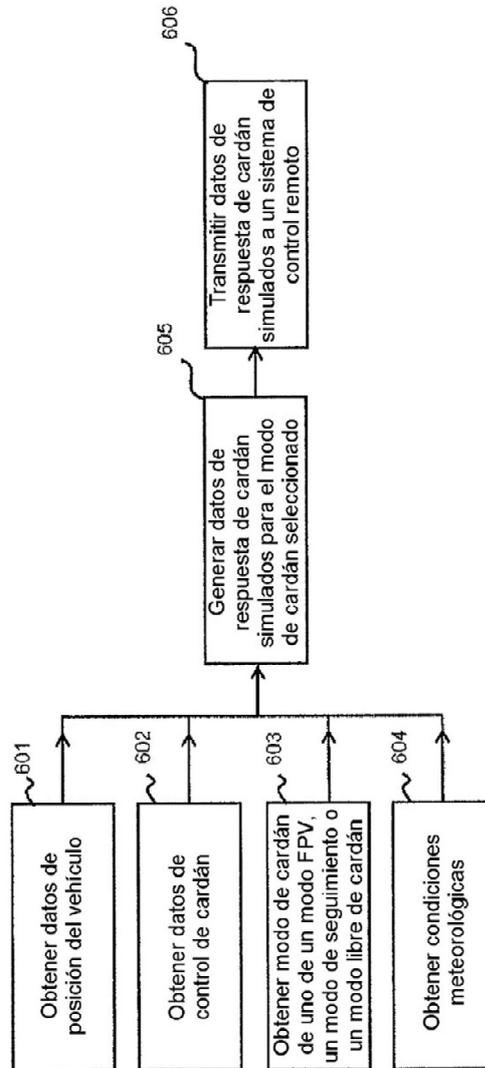
[Fig. 5]

[Fig. 5]



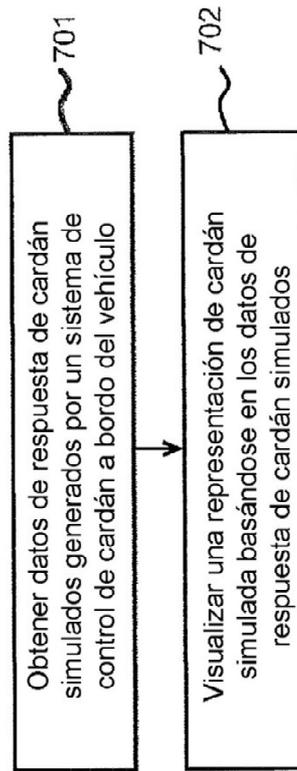
[Fig. 6]

[Fig. 6]



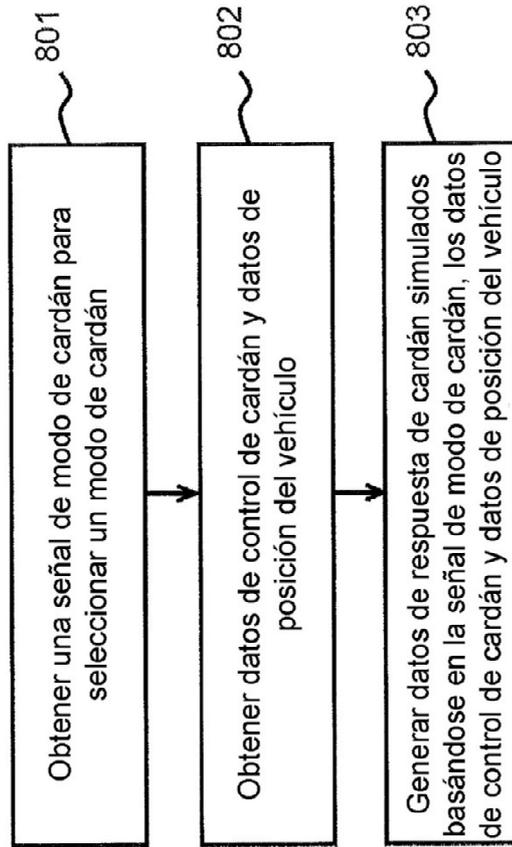
[Fig. 7]

[Fig. 7]



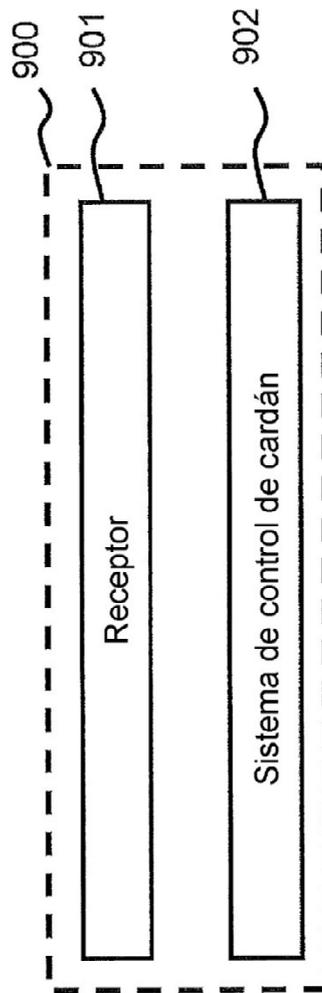
[Fig. 8]

[Fig. 8]



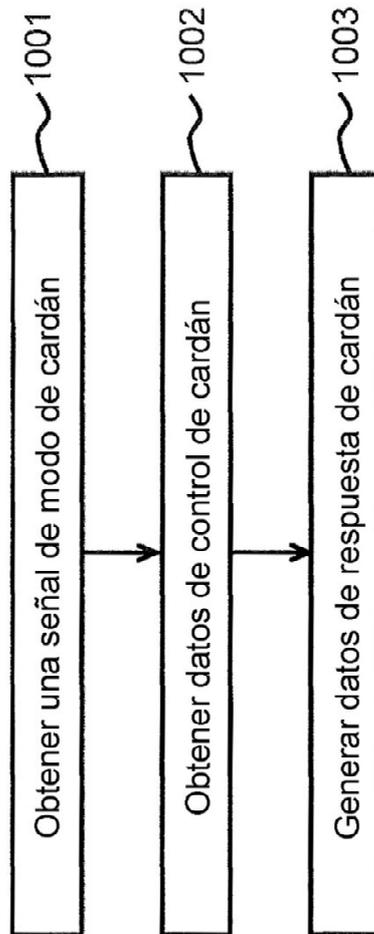
[Fig. 9]

[Fig. 9]



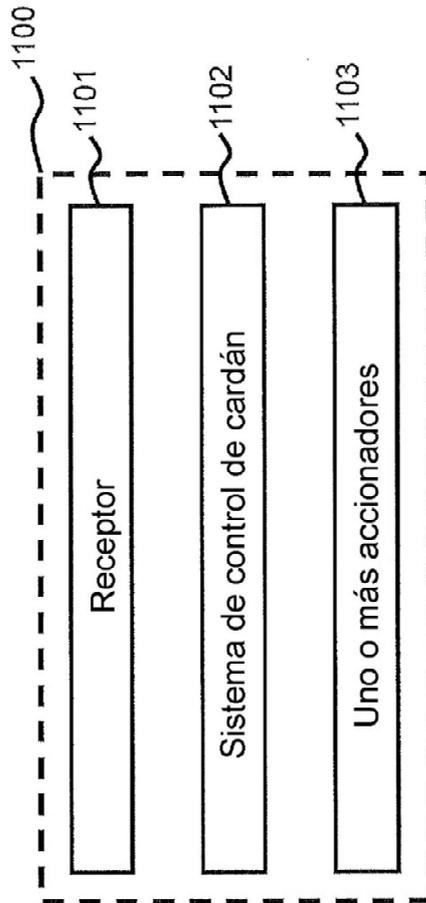
[Fig. 10]

[Fig. 10]



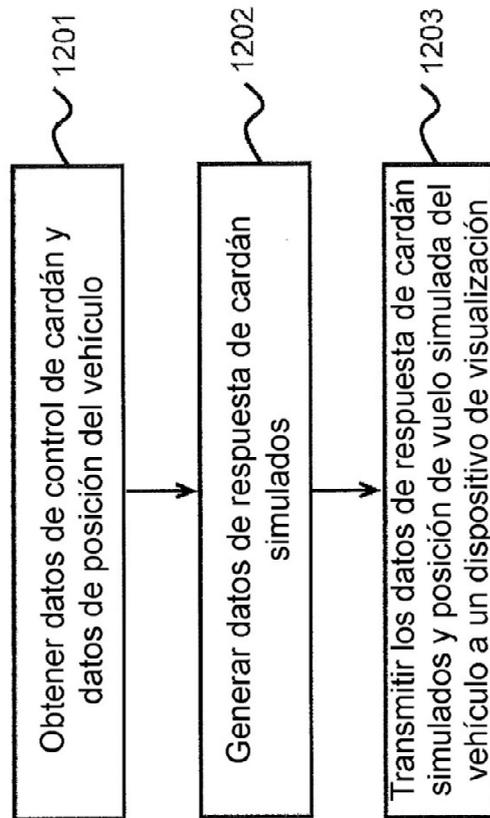
[Fig. 11]

[Fig. 11]



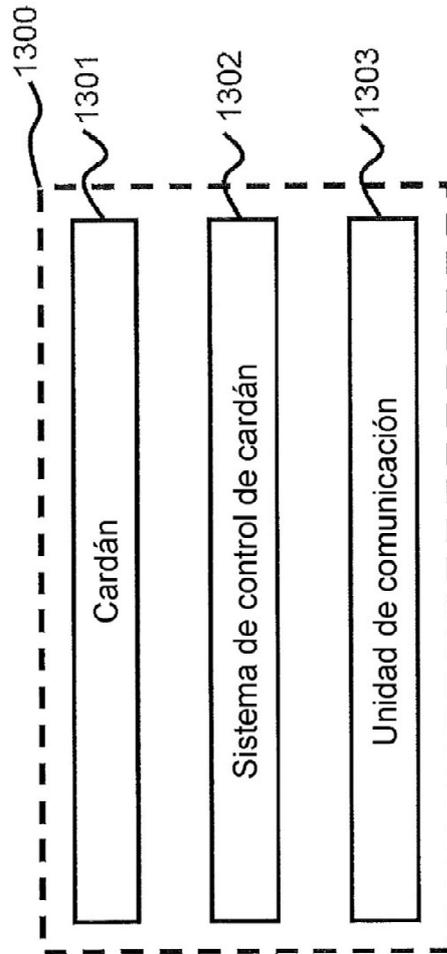
[Fig. 12]

[Fig. 12]



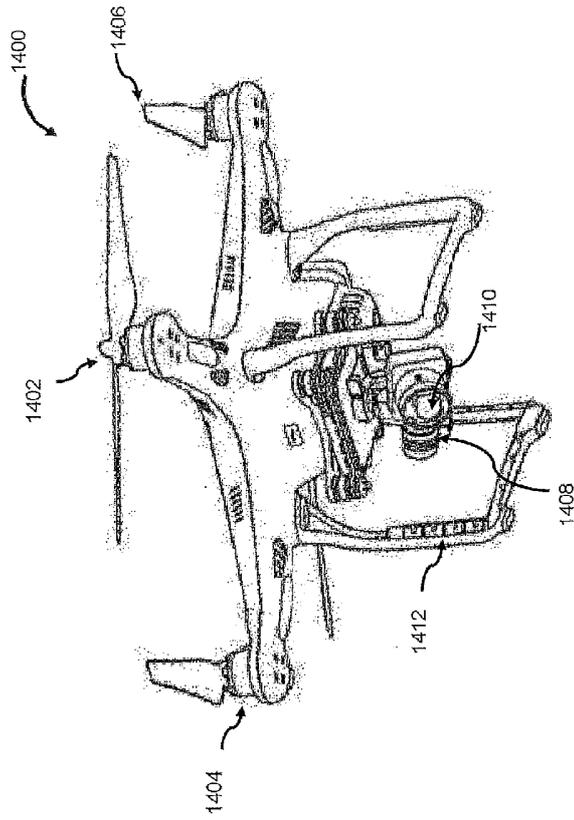
[Fig. 13]

[Fig. 13]



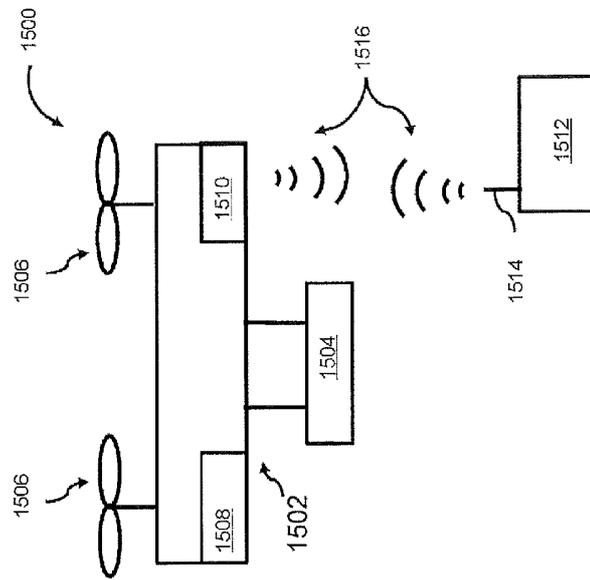
[Fig. 14]

[Fig. 14]



[Fig. 15]

[Fig. 15]



[Fig. 16]

[Fig. 16]

