

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 927 339**

51 Int. Cl.:

**B64C 39/02** (2006.01)

**G05D 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2020** E 20161153 (0)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.07.2022** EP 3705399

54 Título: **Vehículo de rotores múltiples con sistemas informáticos periféricos**

30 Prioridad:

**06.03.2019 US 201962814349 P**

**18.04.2019 US 201916388356**

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

**04.11.2022**

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)**

**100 North Riverside Plaza**

**Chicago, IL 60606-2016, US**

72 Inventor/es:

**DONG, JOHN JIAN;**

**DUFFY, MICHAEL JAMES;**

**CAMERON, DOUGLAS C. y**

**HUSSAIN, NAVEED MOAYYED**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 927 339 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

Vehículo de rotores múltiples con sistemas informáticos periféricos

5 Campo tecnológico

La presente divulgación se refiere en general a vehículos y, en particular, a vehículos de rotores múltiples.

Antecedentes de la invención

10

Un vehículo de rotores múltiples es generalmente un vehículo con más de un rotor, típicamente más de dos rotores. Un ejemplo principal de un vehículo de rotores múltiples es un avión de ala no fija, denominado aeronave de alas rotativas o avión de ala giratoria. Este vehículo de rotores múltiples es una aeronave que utiliza sustentación generada por alas o hélices, denominadas alas giratorias, palas de rotor o, más simplemente, rotores, que giran alrededor de un mástil. Una aeronave de alas giratorias puede incluir uno o varios rotores montados en un solo mástil o en varios mástiles. Por ejemplo, un cuadricóptero es una aeronave de alas giratorias de rotores múltiples que genera sustentación a través de cuatro rotores. Otros ejemplos incluyen un tricóptero, un hexacóptero y un octocóptero que incluyen respectivamente tres, seis y ocho rotores. Una aeronave de alas giratorias puede ser una aeronave de alas giratorias no tripulada controlado a través de una estación de comunicaciones remota y/o instrucciones programadas, aunque en otros ejemplos, una aeronave de alas giratorias puede ser un vehículo tripulado.

15

20

Las aeronaves de alas giratorias de rotores múltiples generalmente incluyen un controlador de vuelo ubicado en el centro, lo que lo convierte en un punto único de falla. La mayoría de los ordenadores y sensores de control de vuelo son triplemente redundantes para mejorar el vuelo; sin embargo, esto requiere fuerzas de control (barras de control), la comunicación del actuador y la comunicación del sensor deben enrutarse desde el controlador de vuelo central a cada actuador en la aeronave de alas giratorias. Esto implica un mayor peso y complejidad.

25

En el documento CN 103856120 A, de acuerdo con su resumen, se proporciona un diseño de circuito integrado de regulación de velocidad con una pluralidad de motores trifásicos sin escobillas de vehículos aéreos no tripulados cuadirrotor. El diseño de circuito integrado de regulación de velocidad consta de cuatro submódulos de regulación de velocidad de motor sin escobillas trifásicos con microordenadores de un solo chip atmega8 como núcleos de control principales y una placa base de circuito. Cada submódulo de regulación de velocidad de motor trifásico sin escobillas comprende el microordenador atmega8 de un solo chip, una interfaz de depuración ISP, una interfaz de comunicación de puerto serie, una interfaz de selección de dirección de comunicación I2C del submódulo y un circuito de inversión de puente completo trifásico. La placa base del circuito cuenta con un módulo de alimentación, un circuito indicador de alimentación y una interfaz de comunicación de bus I2C. Cada submódulo de regulación de velocidad de motor trifásico sin escobillas se puede comunicar con una PC por medio de las interfaces de depuración ISP o las interfaces de comunicación del puerto serie, o puede transmitir directamente información de velocidad a través de un controlador de aeromodelo.

30

35

40

En el documento WO 2018/053680 A1, de acuerdo con su resumen, se presentan realizaciones que incluyen métodos, sistemas, controladores electrónicos de velocidad y UAV configurados para proporcionar redundancia a los sistemas electrónicos de control de velocidad al proporcionar un primer y un segundo controlador configurados con diferentes circuitos de conducción. En las realizaciones descritas, el primer controlador puede configurarse para accionar el motor eléctrico usando corrientes que tienen formas de onda sinusoidales, y el segundo controlador puede configurarse para accionar el motor eléctrico usando formas de onda trapezoidales. Como resultado, las realizaciones descritas pueden proporcionar redundancia a los controladores electrónicos de velocidad en el sistema robótico.

45

50

Por lo tanto, sería deseable tener un sistema y un método que tenga en cuenta al menos algunos de los problemas discutidos anteriormente, así como otros posibles problemas.

Breve descripción

55

Las implementaciones de ejemplo de la presente divulgación están dirigidas a un vehículo de rotores múltiples con sistemas informáticos periféricos basados en módulos distribuidos que pueden estar integrados con un sistema integrado de control de vuelo y motor para cada rotor. Los sistemas informáticos periféricos también pueden incluir una o más interfaces de comunicación para comunicarse con otros sistemas informáticos periféricos y/o estaciones remotas. Los sistemas informáticos periféricos basados en módulos de las implementaciones de ejemplo pueden aumentar la confiabilidad y la capacidad de supervivencia del vehículo de rotores múltiples.

60

La presente divulgación incluye, por lo tanto, sin limitación, las siguientes implementaciones de ejemplo, que no están de acuerdo con las reivindicaciones. La invención se define en las reivindicaciones independientes 1 y 9 y las realizaciones preferidas se presentan en las reivindicaciones dependientes.

65

Algunas implementaciones de ejemplo proporcionan un vehículo de rotores múltiples que comprende: un fuselaje; y acoplados al fuselaje, una pluralidad de motores eléctricos acoplados operativamente a una respectiva pluralidad de

rotores, donde la pluralidad de motores eléctricos está configurada para hacer que la respectiva pluralidad de rotores gire con respecto al fuselaje; y una pluralidad de sistemas informáticos periféricos que son independientes, distintos y distribuidos a la pluralidad de motores eléctricos, donde cada sistema informático periférico de la pluralidad de sistemas informáticos periféricos está acoplado operativamente a un motor eléctrico respectivo de la pluralidad de motores eléctricos, y por lo tanto un respectivo rotor de la pluralidad respectiva de rotores, donde cada sistema informático periférico está configurado para adquirir y procesar datos de sensor para el rotor respectivo para determinar la información del estado del rotor y ejecutar comandos de motor para controlar el motor eléctrico respectivo y, por lo tanto, el rotor respectivo, en el que la pluralidad de sistemas informáticos periféricos están configurados de acuerdo con un modelo en el que cualquiera de la pluralidad de sistemas informáticos periféricos se puede seleccionar como sistema informático periférico primario, y la pluralidad de sistemas informáticos periféricos distintos del sistema informático periférico primario se pueden operar como sistemas informáticos periféricos secundarios, donde los sistemas informáticos periféricos secundarios están configurados para comunicar la información respectiva del estado del rotor al sistema informático periférico primario, y el sistema informático periférico primario está configurado para proporcionar los comandos del motor a los sistemas informáticos periféricos secundarios.

En algunas implementaciones de ejemplo del vehículo de rotores múltiples de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, cada sistema informático periférico incluye: circuitos de procesamiento configurados para adquirir y procesar los datos del sensor para el rotor respectivo para determinar la información del estado del rotor, y ejecutar los comandos de motor para controlar el respectivo motor eléctrico y por lo tanto el respectivo rotor; y una interfaz de comunicación configurada para permitir que el sistema informático periférico se comuniquen con otros de la pluralidad de sistemas informáticos periféricos.

En algunas implementaciones de ejemplo del vehículo de rotores múltiples de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, cada sistema informático periférico incluye además una segunda interfaz de comunicación configurada para permitir que el sistema informático periférico se comuniquen con una estación remota, donde el sistema informático periférico primario entre la pluralidad de sistemas informáticos periféricos está configurado para comunicarse con la estación remota.

En algunas implementaciones de ejemplo del vehículo de rotores múltiples de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, el circuito de procesamiento de cada sistema informático periférico incluye además un reloj para medir y seguir el tiempo en el sistema informático periférico, donde los sistemas informáticos periféricos secundarios están configurados para comunicarse con el sistema informático periférico primario a través de interfaces de comunicación respectivas para sincronizar los relojes respectivos de los sistemas informáticos periféricos secundarios con el reloj del sistema informático periférico primario.

En algunas implementaciones de ejemplo del vehículo de rotores múltiples de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, cada sistema informático periférico está configurado como un ordenador de vuelo integrado y un controlador de motor.

En algunas implementaciones de ejemplo del vehículo de rotores múltiples de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, cada sistema informático periférico incluye un primer circuito de distribución de energía para el ordenador de vuelo y un segundo circuito de distribución de energía para el controlador del motor.

En algunas implementaciones de ejemplo del vehículo de rotores múltiples de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, cada sistema informático periférico incluye además un circuito inversor de energía acoplado al segundo circuito de distribución de energía, donde el circuito inversor de energía está configurado para suministrar energía al respectivo motor eléctrico del sistema informático periférico.

En algunas implementaciones de ejemplo del vehículo de rotores múltiples de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, el sistema informático periférico primario está configurado para implementar el ordenador de vuelo para determinar la postura, la posición y el rumbo del vehículo de rotores múltiples, y proporcionar los comandos de motor basados en la información de estado del rotor para la respectiva pluralidad de rotores, y la postura, posición y rumbo.

En algunas implementaciones de ejemplo del vehículo de rotores múltiples de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, cada sistema informático periférico incluye una unidad de medición inercial (IMU) y un magnetómetro, y la IMU y el magnetómetro del sistema informático periférico primario están configurados para determinar la postura, la posición y el rumbo del vehículo de rotores múltiples.

En algunas implementaciones de ejemplo del vehículo de rotores múltiples de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, cada sistema informático periférico está configurado para almacenar un archivo de configuración con una lista ordenada de la pluralidad de sistemas informáticos periféricos que comienza con el sistema informático periférico primario y luego el primero de los sistemas informáticos periféricos secundario, y donde sistema informático periférico primario está configurado para comunicar

información de estado de salud al primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios y, en respuesta, el primero de los sistemas periféricos secundarios está configurado para determinar un estado de salud del sistema informático periférico primario a partir de la información del estado de salud y asumir la responsabilidad como el sistema informático periférico primario cuando el estado de salud alcanza un umbral predeterminado.

5

En algunas implementaciones de ejemplo del vehículo de rotores múltiples de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, la lista ordenada incluye un segundo de los sistemas informáticos periféricos secundarios después del primero de los sistemas informáticos periféricos secundario, y donde después de que el primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios asuma la responsabilidad como sistema informático periférico primario, el segundo de los sistemas informáticos periféricos secundarios asume la responsabilidad como el primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios.

10

Algunas implementaciones de ejemplo proporcionan un sistema informático periférico de una pluralidad de sistemas informáticos periféricos configurados para su uso en un vehículo de rotores múltiples que incluye una pluralidad de motores eléctricos acoplados operativamente a una pluralidad respectiva de rotores, donde la pluralidad de motores eléctricos está configurada para causar que la respectiva pluralidad de rotores gire con respecto a un fuselaje, donde la pluralidad de sistemas informáticos periféricos es independiente, distinta y distribuible a la pluralidad de motores eléctricos, donde el sistema informático periférico comprende: circuitos de procesamiento acoplables operativamente a un motor eléctrico respectivo de la pluralidad de motores eléctricos, y por lo tanto un rotor respectivo de la pluralidad respectiva de rotores, donde el circuito de procesamiento está configurado para adquirir y procesar datos de sensor para el rotor respectivo para determinar la información de estado del rotor y ejecutar comandos de motor para controlar el motor eléctrico respectivo y, por lo tanto, el rotor respectivo; y una interfaz de comunicación está configurada para permitir que el sistema informático periférico se comunique con otros de la pluralidad de sistemas informáticos periféricos, donde el sistema informático periférico está configurado para comunicarse con los demás de la pluralidad de sistemas informáticos periféricos de acuerdo con un modelo en el que cualquier de la pluralidad de sistemas informáticos periféricos se puede seleccionar como sistema informático periférico primario, y la pluralidad de sistemas informáticos periféricos distintos del sistema informático periférico primario se pueden operar como sistemas informáticos periféricos secundarios, donde los sistemas informáticos periféricos secundarios están configurados para comunicar el estado respectivo del rotor información al sistema informático periférico primario, y el sistema informático periférico primario está configurado para proporcionar los comandos de motor a los sistemas informáticos periféricos secundarios.

15

20

25

30

En algunas implementaciones de ejemplo del sistema informático periférico de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, el sistema informático periférico comprende además una segunda interfaz de comunicación configurada para permitir que el sistema informático periférico se comunique con una estación remota, donde el sistema informático periférico primario entre la pluralidad de sistemas informáticos periféricos está configurado para comunicarse con la estación remota.

35

En algunas implementaciones de ejemplo del sistema informático periférico de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, el circuito de procesamiento del sistema informático periférico incluye además un reloj para medir y seguir el tiempo en el sistema informático periférico, donde los sistemas informáticos periféricos secundarios están configurados para comunicarse con el sistema informático periférico primario a través de interfaces de comunicación respectivas para sincronizar los relojes respectivos de los sistemas informáticos periféricos secundarios con el reloj del sistema informático periférico primario.

40

En algunas implementaciones de ejemplo del sistema informático periférico de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, el sistema informático periférico está configurado como un ordenador de vuelo integrado y un controlador de motor.

45

En algunas implementaciones de ejemplo del sistema informático periférico de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, el sistema informático periférico comprende además un primer circuito de distribución de energía para el ordenador de vuelo y un segundo circuito de distribución de energía para el controlador de motor.

50

En algunas implementaciones de ejemplo del sistema informático periférico de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, el sistema informático periférico comprende además un circuito inversor de energía acoplado al segundo circuito de distribución de energía, donde el circuito inversor de energía está configurado para suministrar potencia al motor eléctrico respectivo del sistema informático periférico.

55

En algunas implementaciones de ejemplo del sistema informático periférico de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, el sistema informático periférico primario está configurado para implementar el ordenador de vuelo para determinar la postura, la posición y el rumbo del vehículo de rotores múltiples, y proporcionar los comandos de motor basados en la información de estado del rotor para la respectiva pluralidad de rotores, y la postura, posición y rumbo.

60

65

En algunas implementaciones de ejemplo del sistema informático periférico de cualquier implementación de ejemplo

anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, el sistema informático periférico comprende además una unidad de medición inercial (IMU) y un magnetómetro, y la IMU y el magnetómetro del sistema informático periférico primario están configurados para determinar la postura, la posición y el rumbo del vehículo de rotores múltiples.

5

En algunas implementaciones de ejemplo del sistema informático periférico de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, el sistema informático periférico está configurado para almacenar un archivo de configuración con una lista ordenada de la pluralidad de sistemas informáticos periféricos que comienza con el sistema informático periférico primario y luego el primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios, y donde el sistema informático periférico primario está configurado para comunicar información sobre el estado de salud al primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios y, en respuesta, el primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios está configurado para determinar un estado de salud del sistema informático periférico primario a partir de la información del estado de salud y asume la responsabilidad como el sistema informático periférico primario cuando el estado de salud alcanza un umbral predeterminado.

10

15

En algunas implementaciones de ejemplo del sistema informático periférico de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, la lista ordenada incluye un segundo de los sistemas informáticos periféricos secundarios después del primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios, y donde después del el primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios asume la responsabilidad como sistema informático periférico primario, el segundo de los sistemas informáticos periféricos secundarios asume la responsabilidad como el primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios.

20

Algunas implementaciones de ejemplo proporcionan un método para operar un vehículo de rotores múltiples que incluye una pluralidad de motores eléctricos acoplados operativamente a una pluralidad respectiva de rotores, y una pluralidad de sistemas informáticos periféricos que son independientes, distintos y distribuidos a la pluralidad de motores eléctricos, donde cada sistema informático periférico de la pluralidad de sistemas informáticos periféricos está acoplado operativamente a un motor eléctrico respectivo de la pluralidad de motores eléctricos, y por lo tanto un rotor respectivo de la pluralidad respectiva de rotores, donde el método de cada sistema informático periférico comprende: adquirir y procesar datos de sensores para el rotor respectivo para determinar la información del estado del rotor; y ejecutar comandos de motor para controlar el motor eléctrico respectivo y, por lo tanto, el rotor respectivo, donde la pluralidad de sistemas informáticos periféricos se configura de acuerdo con un modelo en el que cualquiera de la pluralidad de sistemas informáticos periféricos se puede seleccionar como sistema informático periférico primario, y la pluralidad de sistemas informáticos periféricos distintos del sistema informático periférico primario se puede operar como sistemas informáticos periféricos secundarios, donde el método comprende además los sistemas informáticos periféricos secundarios que comunican la respectiva información de estado del rotor al sistema informático periférico primario, y el sistema informático periférico primario proporciona los comandos del motor a los sistemas informáticos periféricos secundarios.

25

30

35

En algunas implementaciones de ejemplo del método de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, cada sistema informático periférico está habilitado para comunicarse con una estación remota, y el método comprende además que el sistema informático periférico primario entre la pluralidad de sistemas informáticos periféricos se comunique con la estación remota.

40

En algunas implementaciones de ejemplo del método de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, cada sistema informático periférico incluye un reloj para medir y seguir el tiempo en el sistema informático periférico, y el método comprende además los sistemas informáticos periféricos secundarios comunicarse con el sistema informático periférico primario para sincronizar los respectivos relojes de los sistemas informáticos periféricos secundarios con el reloj del sistema informático periférico primario.

45

En algunas implementaciones de ejemplo del método de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, cada sistema informático periférico está configurado como un ordenador de vuelo integrado y un controlador de motor.

50

En algunas implementaciones de ejemplo del método de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, cada sistema informático periférico incluye un primer circuito de distribución de energía para el ordenador de vuelo, un segundo circuito de distribución de energía para el controlador del motor y un circuito inversor de energía acoplado al segundo circuito de distribución de energía, y el método comprende además el circuito inversor de energía que suministra energía al motor eléctrico respectivo del sistema informático periférico.

55

En algunas implementaciones de ejemplo del método de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, el método comprende además que el sistema informático periférico primario implemente el ordenador de vuelo para determinar la postura, la posición y el rumbo del vehículo de rotores múltiples, y proporcionar los comandos del motor con base en la información del estado del rotor para la respectiva pluralidad de rotores, y la postura, posición y rumbo.

60

65

En algunas implementaciones de ejemplo del método de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier

combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, cada sistema informático periférico incluye una unidad de medición inercial (IMU) y un magnetómetro, y el método comprende además la IMU y el magnetómetro del sistema informático periférico primario que determina la postura, la posición y el rumbo del vehículo de rotores múltiples.

5 En algunas implementaciones de ejemplo del método de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, cada sistema informático periférico está configurado para almacenar un archivo de configuración con una lista ordenada de la pluralidad de sistemas informáticos periféricos que comienza con el periférico primario. y luego un primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios, y donde el método comprende además que el sistema informático periférico primario comunique información sobre el estado de salud al primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios y, en respuesta, el primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios determine un estado de salud del sistema informático periférico primario a partir de la información de estado de salud, y asuma la responsabilidad como sistema informático periférico primario cuando el estado de salud alcance un umbral predeterminado.

15 En algunas implementaciones de ejemplo del método de cualquier implementación de ejemplo anterior, o cualquier combinación de cualquier implementación de ejemplo anterior, la lista ordenada incluye un segundo de los sistemas informáticos periféricos secundarios después del primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios, y donde el método comprende además, después de que el primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios asuma la responsabilidad como sistema informático periférico primario, que el segundo de los sistemas informáticos periféricos secundarios asuma la responsabilidad como el primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios.

25 Estas y otras características, aspectos y ventajas de la presente divulgación serán evidentes a partir de la lectura de la siguiente descripción detallada junto con las figuras adjuntas, que se describen brevemente a continuación. La presente divulgación incluye cualquier combinación de dos, tres, cuatro o más características o elementos establecidos en esta divulgación, independientemente de si dichas características o elementos se combinan expresamente o se enumeran de otro modo en una implementación de ejemplo específica que se describa en la presente. Esta divulgación está destinada a leerse de manera holística, de modo que cualquier característica o elemento separable de la divulgación, en cualquiera de sus aspectos e implementaciones de ejemplo, debe apreciarse como combinable a menos que el contexto de la divulgación dicte claramente lo contrario.

30 Por lo tanto, se apreciará que esta breve descripción se proporciona simplemente con el fin de resumir algunas implementaciones de ejemplo para proporcionar una comprensión básica de algunos aspectos de la divulgación. En consecuencia, se apreciará que las implementaciones de ejemplo descritas anteriormente son simplemente ejemplos y no deben interpretarse para limitar el alcance de la divulgación de ninguna manera. Otras implementaciones de ejemplo, aspectos y ventajas se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada tomada junto con las figuras adjuntas que ilustran, a modo de ejemplo, los principios de algunas implementaciones de ejemplo descritas.

#### Breve descripción de la(s) figura(s)

40 Habiendo descrito implementaciones de ejemplo de la divulgación en términos generales, a continuación, se hará referencia a las figuras adjuntas, que no están necesariamente dibujadas a escala, y donde:

La Figura 1 ilustra un entorno de vehículo de rotores múltiples de acuerdo con implementaciones de ejemplo de la presente divulgación;

45 La Figura 2 ilustra un vehículo de rotores múltiples de acuerdo con algunas implementaciones de ejemplo;

La Figura 3 ilustra de forma más particular un sistema informático periférico, según implementaciones de ejemplo;

La Figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra varios pasos en un método de operar un vehículo de rotores múltiples, de acuerdo con implementaciones de ejemplo y

50 La Figura 5 ilustra un sistema informático periférico que incluye circuitos de procesamiento y varios componentes del sistema informático periférico acoplados a los mismos, de acuerdo con implementaciones de ejemplo.

#### Descripción detallada

55 Algunas implementaciones de la presente divulgación se describirán a continuación de forma más completa con referencia a las figuras adjuntas, en las que se muestran algunas, pero no todas las implementaciones de la divulgación. De hecho, varias implementaciones de la divulgación pueden incorporarse en muchas formas diferentes y no deben interpretarse como limitadas a las implementaciones establecidas en este documento. Más bien, estas implementaciones de ejemplo se proporcionan para que esta descripción sea exhaustiva y completa, y transmita completamente el alcance de la divulgación a los expertos en la técnica. Por ejemplo, a menos que se indique lo contrario, hacer referencia a algo como primero, segundo o similar no debe interpretarse como que implica un orden particular. Además, algo puede describirse como que está por encima de otra cosa (a menos que se indique lo contrario), pero puede estar en cambio por debajo, y viceversa. De manera similar, algo descrito como a la izquierda de otra cosa puede estar a la derecha, y viceversa. Los números de referencia similares se refieren a elementos similares en todo el documento.

65 La Figura 1 ilustra un entorno de vehículo de rotores múltiples **100** de acuerdo con implementaciones de ejemplo de la presente divulgación. El entorno de un vehículo de rotores múltiples es un ejemplo de un entorno en el que puede operar

un vehículo de rotores múltiples **102**. El vehículo de rotores múltiples es generalmente un vehículo tal como una aeronave de alas giratorias con más de un rotor, típicamente más de dos rotores. Estos rotores se denominan a veces alas, hélices, alas giratorias, palas de rotor o similares, y cada uno gira alrededor de un mástil acoplado a un motor. Como se muestra, el vehículo de rotores múltiples adopta la forma de un cuadricóptero, que puede estar tripulado o no tripulado. Otros ejemplos de vehículos de rotores múltiples adecuados incluyen un tricóptero, hexacóptero, octocóptero tripulado o no tripulado o similares.

El vehículo de rotores múltiples **102** vuela y puede realizar operaciones adicionales en el entorno de vehículos de rotores múltiples **100**. Por ejemplo, el vehículo de rotores múltiples puede realizar operaciones para una misión de vigilancia. Las operaciones para la misión de vigilancia pueden incluir la generación de imágenes de objetos que incluyen un edificio **104**. Estas imágenes pueden ser imágenes fijas, vídeo o alguna combinación de los mismos. Además, la misión de vigilancia también puede incluir la generación de imágenes del tráfico en la carretera **106**. Por ejemplo, el vehículo de rotores múltiples puede generar imágenes de un vehículo **108** moviéndose en la carretera.

De acuerdo con las implementaciones de ejemplo de la presente divulgación, el vehículo de rotores múltiples **102** incluye sistemas informáticos periféricos basados en módulos distribuidos que pueden aumentar la fiabilidad y la capacidad de supervivencia del vehículo de rotores múltiples. La Figura 2 ilustra un vehículo de rotores múltiples **200** que puede corresponder al vehículo de rotores múltiples **102**, de acuerdo con algunas implementaciones de ejemplo de la presente divulgación. Como se muestra, el vehículo de rotores múltiples incluye un fuselaje **202**, y acoplado al fuselaje, una pluralidad de motores eléctricos **204** acoplados operativamente a una respectiva pluralidad de rotores **206**. La pluralidad de motores eléctricos **204** está configurada para hacer que la respectiva pluralidad de rotores **206** gire con respecto al fuselaje **202**.

También acoplado al fuselaje **202**, el vehículo de rotores múltiples **200** incluye una pluralidad de sistemas informáticos periféricos (ECS) **208** (que se muestran operables incluyendo sistemas informáticos periféricos primario y secundario **208a**, **208b**) que son independientes, distintos y distribuidos a la pluralidad de motores eléctricos (M) **204**. Cada sistema informático periférico de la pluralidad de sistemas informáticos periféricos **208** está acoplado operativamente a un motor eléctrico respectivo de la pluralidad de motores eléctricos **204** y, por lo tanto, a un rotor respectivo de la pluralidad respectiva de rotores **206**. Cada sistema informático periférico está configurado para adquirir y procesar datos de sensor para el rotor respectivo para determinar la información del estado del rotor y ejecutar comandos de motor para controlar el motor eléctrico respectivo y, por lo tanto, el rotor respectivo. Los ejemplos de datos de sensores adecuados incluyen información sobre el estado del rotor, como la dirección de rotación, la velocidad de rotación, el ángulo de las palas, la altitud, el viento y similares.

En algunos ejemplos, la pluralidad de sistemas informáticos periféricos **208** se configura de acuerdo con un modelo en el que cualquiera de la pluralidad de sistemas informáticos periféricos **208** se puede seleccionar como sistema informático periférico primario **208a**, y la pluralidad de sistemas informáticos periféricos **208** distintos del sistema informático periférico primario **208a** puede funcionar como un sistema informático periférico secundario **208b**. Los sistemas informáticos periféricos secundarios **208b** están configurados para comunicar la información respectiva del estado del rotor al sistema informático periférico primario **208a**, y el sistema informático periférico primario **208a** está configurado para proporcionar los comandos del motor a los sistemas informáticos periféricos secundarios **208b**.

En algunos ejemplos, cada sistema informático periférico **208** está configurado para almacenar un archivo de configuración con una lista ordenada de la pluralidad de sistemas informáticos periféricos **208** que comienza con el sistema informático periférico primario **208a** y luego con el primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios **208b**. En estos ejemplos, el sistema informático periférico primario **208a** está configurado para comunicar información de estado de salud al primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios **208b**. En respuesta, el primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios **208b** está configurado para determinar un estado de salud del sistema informático periférico primario **208a** a partir de la información del estado y asume la responsabilidad como el sistema informático periférico primario **208a** cuando el estado de salud alcanza un umbral predeterminado.

En algunos ejemplos adicionales, la lista ordenada incluye un segundo de los sistemas informáticos periféricos secundarios **208b** después del primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios **208b**. En estos ejemplos, después de que el primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios **208b** asume la responsabilidad como sistema informático periférico primario **208a**, el segundo de los sistemas informáticos periféricos secundarios **208b** asume la responsabilidad como el primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios **208b**.

La Figura 3 ilustra de manera más particular un sistema informático periférico **208**, de acuerdo con implementaciones de ejemplo de la presente divulgación. Como se muestra, el sistema informático periférico incluye un circuito de procesamiento **310** y una interfaz de comunicación **312**. El circuito de procesamiento **310** está configurado para adquirir y procesar los datos del sensor para el rotor respectivo de la pluralidad de rotores **206** para determinar la información del estado del rotor y ejecutar los comandos del motor para controlar el motor eléctrico respectivo **204**, y, por lo tanto, el rotor respectivo. Y la interfaz de comunicación **312** está configurada para permitir que el sistema informático periférico se comunique con otros de la pluralidad de sistemas informáticos periféricos **208**.

En algunos ejemplos, el sistema informático periférico **208** incluye además una segunda interfaz de comunicación **314**

configurada para permitir que el sistema informático periférico **208** se comunique con una estación remota **316**. En estos ejemplos, el sistema informático periférico primario **208a** entre la pluralidad de sistemas informáticos periféricos **208** está configurado para comunicarse con la estación remota **316**. Los ejemplos de estaciones remotas adecuadas incluyen estaciones o terminales terrestres fijos o móviles, otros vehículos tales como otras aeronaves, aeronaves de alas giratorias o similares.

En algunos ejemplos, el circuito de procesamiento **310** incluye además un reloj **318** para medir y seguir el tiempo en el sistema informático periférico. En estos ejemplos, los sistemas informáticos periféricos secundarios **208b** están configurados para comunicarse con el sistema informático periférico primario **208a** a través de interfaces de comunicación respectivas para sincronizar los respectivos relojes de los sistemas informáticos periféricos secundarios **208b** con el reloj del sistema informático periférico primario **208a**.

En algunos ejemplos, cada sistema informático periférico **208** está configurado como un controlador de motor y ordenador de vuelo integrado. Con este fin, el sistema informático periférico **208** puede incluir un primer circuito de distribución de energía **320a**, como un circuito de distribución de energía de bajo voltaje para el ordenador de vuelo, y un segundo circuito de distribución de energía **320b**, como un circuito de distribución de energía de alto voltaje para el controlador del motor. En algunos ejemplos adicionales, el sistema informático periférico **208** incluye un circuito inversor de energía **322** acoplado al segundo circuito de distribución de energía **320b**, donde el circuito inversor de energía **322** está configurado para suministrar energía al respectivo motor eléctrico **204** del sistema informático periférico **208**.

En algunos ejemplos, el sistema informático periférico primario **208a** está configurado para implementar el ordenador de vuelo para determinar la postura, la posición y el rumbo del vehículo de rotores múltiples **200**, y proporcionar los comandos del motor en función de la información del estado del rotor para la respectiva pluralidad de rotores **206**, y la postura, la posición y el rumbo. En algunos de estos ejemplos, cada sistema informático periférico **208** incluye una unidad de medición inercial (IMU) **324** y uno o más sensores de navegación **326**, como un magnetómetro. La IMU **324** y el magnetómetro **326** del sistema informático periférico primario **208a** están configurados para determinar la postura, la posición y el rumbo del vehículo de rotores múltiples. En estos ejemplos, la IMU del sistema informático periférico se coloca con el rotor respectivo de la pluralidad de rotores **206**. Esto puede permitir la estabilización de fase de alto ancho de banda de los modos elásticos del motor dinámico local sin la necesidad de compartir un alto ancho de banda entre múltiples ordenadores de vuelo (no necesitan compartir datos de alta frecuencia con otros ordenadores de vuelo).

La Figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra varios pasos en un método **400** de operar un vehículo de rotores múltiples **200**, de acuerdo con implementaciones de ejemplo de la presente divulgación. Como se muestra en **402** y **408**, el método incluye que cada sistema informático periférico **208** adquiera y procese datos de sensor para el rotor respectivo de la pluralidad de rotores **206** para determinar la información del estado del rotor y ejecutar comandos de motor para controlar el motor eléctrico respectivo **204** y por lo tanto el rotor respectivo. Nuevamente, la pluralidad de sistemas de computación periférico **208** está configurada de acuerdo con un modelo en el que cualquiera de la pluralidad de sistemas informáticos periféricos **208** se puede seleccionar como un sistema informático periférico primario **208a**, y la pluralidad de sistemas informáticos periféricos **208** distintos del sistema informático periférico primario **208a** funciona como sistemas informáticos periféricos secundarios **208b**. El método incluye además los sistemas informáticos periféricos secundarios **208b** que comunican la información respectiva del estado del rotor al sistema informático periférico primario **208a**, y el sistema informático periférico primario **208a** proporciona los comandos del motor a los sistemas informáticos periféricos secundarios **208b**, como se muestra en **404** y **406**.

De acuerdo con las implementaciones de ejemplo de la presente descripción, el sistema informático periférico **208** y sus componentes pueden implementarse por varios medios. Los medios para implementar el sistema informático periférico y sus componentes pueden incluir hardware, solo o bajo la dirección de uno o más programas informáticos desde un medio de almacenamiento legible por ordenador. La Figura 5 ilustra el sistema informático periférico que incluye su circuito de procesamiento **310** y varios componentes del sistema informático periférico acoplados al circuito de procesamiento para llevar a cabo funciones del sistema informático periférico como las descritas en la presente. Como se muestra, el sistema informático periférico **208** puede incluir uno o más de cada uno de varios componentes como, por ejemplo, el circuito de procesamiento **310** conectado a una memoria **528** (por ejemplo, un dispositivo de almacenamiento).

El circuito de procesamiento **310** puede incluir uno o más procesadores solos o en combinación con una o más memorias. El circuito de procesamiento es generalmente cualquier pieza de hardware informático que sea capaz de procesar información tal como, por ejemplo, datos, programas informáticos y/u otra información electrónica adecuada. El circuito de procesamiento se compone de una colección de circuitos electrónicos, algunos de los cuales pueden estar empaquetados como un circuito integrado o múltiples circuitos integrados interconectados (un circuito integrado a veces más comúnmente denominado "chip"). El circuito de procesamiento puede configurarse para ejecutar programas informáticos, que pueden almacenarse a bordo del circuito de procesamiento o almacenarse de otro modo en la memoria **528** (del mismo u otro aparato).

El circuito de procesamiento **310** puede ser una serie de procesadores, un procesador multinúcleo o algún otro tipo de procesador, dependiendo de la implementación particular. El circuito de procesamiento puede incluir una unidad de procesamiento gráfico (GPU), una unidad central de procesamiento (CPU) o una combinación de GPU y CPU. Además, el circuito de procesamiento puede implementarse usando una serie de sistemas de procesadores heterogéneos en los

que un procesador principal está presente con uno o más procesadores secundarios en un solo chip. Como otro ejemplo ilustrativo, el circuito de procesamiento puede ser un sistema multiprocesador simétrico que contiene múltiples procesadores del mismo tipo. En otro ejemplo adicional, el circuito de procesamiento se puede realizar como uno o más ASIC, FPGA o similares, o incluirlos de otro modo. De esta manera, aunque el circuito de procesamiento puede ser capaz de ejecutar un programa informático para realizar una o más funciones, el circuito de procesamiento de varios ejemplos puede ser capaz de realizar una o más funciones sin la ayuda de un programa informático. En cualquier caso, el circuito de procesamiento puede programarse apropiadamente para realizar funciones u operaciones de acuerdo con las implementaciones de ejemplo de la presente divulgación.

La memoria **528** es generalmente cualquier pieza de hardware informático que es capaz de almacenar información como, por ejemplo, datos, programas informáticos (por ejemplo, un código de programa legible por ordenador **530**) y/u otra información adecuada, ya sea de forma temporal y/o una base permanente. La memoria puede incluir una memoria volátil y/o no volátil y puede ser fija o extraíble. Los ejemplos de memoria adecuada incluyen la memoria de acceso aleatorio (RAM), la memoria de solo lectura (ROM), un disco duro, una memoria flash, una memoria USB, un disquete de ordenador extraíble, un disco óptico, una cinta magnética o alguna combinación de los anteriores. Los discos ópticos pueden incluir un disco compacto - memoria de solo lectura (CD-ROM), disco compacto - lectura/escritura (CDR/W), DVD o similares. En varios casos, se puede hacer referencia a la memoria como un medio de almacenamiento legible por ordenador. El medio de almacenamiento legible por ordenador es un dispositivo no transitorio capaz de almacenar información y se distingue de los medios de transmisión legibles por ordenador tales como señales electrónicas transitorias capaces de transportar información de un lugar a otro. El medio legible por ordenador como se describe en la presente puede referirse generalmente a un medio de almacenamiento legible por ordenador o un medio de transmisión legible por ordenador.

Además de la memoria **528**, como se describió anteriormente, el circuito de procesamiento **310** también puede conectarse a una o más interfaces para mostrar, transmitir y/o recibir información. Las interfaces pueden incluir la interfaz de comunicaciones **312**, y quizás también la segunda interfaz de comunicaciones **314**. Las interfaces de comunicaciones pueden configurarse para transmitir y/o recibir información, como hacia y/o desde otros sistemas informáticos periféricos **208**, estaciones remotas **316** o similares. La(s) interfaz(es) de comunicaciones puede(n) configurarse para transmitir y/o recibir información mediante enlaces de comunicaciones físicos (alámbricos) y/o inalámbricos. Estos enlaces de comunicación físicos (alámbricos) en particular pueden configurarse para implementar cualquiera de varias tecnologías diferentes tales como RS-485, bus de red de área de controlador (CAN) o similares. Del mismo modo, los enlaces de comunicación inalámbrica en particular pueden configurarse para implementar cualquiera de varias tecnologías de acceso por radio diferentes, como cualquiera de varias tecnologías de acceso por radio 3GPP o 4GPP, UMTS UTRA, tecnologías de acceso por radio GSM, tecnologías de acceso por radio CDMA 2000, WLAN. (por ejemplo, IEEE 802.xx, por ejemplo, 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n), WiMAX, IEEE 802.16, PAN inalámbricos (WPAN) (por ejemplo, IEEE 802.15, Bluetooth®, versiones de bajo consumo de Bluetooth®, IrDA, UWB, Wibree, Zigbee®), tecnologías de comunicación de campo cercano y similares.

El circuito de procesamiento **310** también puede conectarse a una IMU **324** y uno o más sensores de navegación **326**. La IMU **324** puede incluir uno o más sensores tales como acelerómetros y giroscopios, y también puede incluir magnetómetros. Como se indicó anteriormente, el (los) sensor (es) de navegación también pueden incluir un magnetómetro. Otros ejemplos de sensores de navegación adecuados incluyen un barómetro, un receptor de navegación basado en satélites (por ejemplo, GPS, GLONASS) y similares.

Como se indicó anteriormente, las instrucciones del código del programa pueden almacenarse en la memoria y ejecutarse mediante un circuito de procesamiento programado de esa manera, para implementar funciones de los sistemas, subsistemas, herramientas y sus respectivos elementos descritos en la presente. Como se apreciará, cualquier instrucción de código de programa adecuada puede cargarse en un ordenador u otro aparato programable desde un medio de almacenamiento legible por ordenador para producir una máquina particular, de modo que la máquina particular se convierta en un medio para implementar las funciones especificadas en la presente. Estas instrucciones de código de programa también pueden almacenarse en un medio de almacenamiento legible por ordenador que puede dirigir un ordenador, un circuito de procesamiento u otro aparato programable para que funcione de una manera particular para generar así una máquina particular o un artículo de fabricación particular. Las instrucciones almacenadas en el medio de almacenamiento legible por ordenador pueden producir un artículo de fabricación, donde el artículo de fabricación se convierte en un medio para implementar las funciones descritas en la presente. Las instrucciones del código del programa pueden recuperarse de un medio de almacenamiento legible por ordenador y cargarse en un ordenador, un circuito de procesamiento u otro aparato programable para configurar el ordenador, el circuito de procesamiento u otro aparato programable para ejecutar operaciones a ser realizadas en o por el ordenador, procesamiento circuitos u otros aparatos programables.

La recuperación, la carga y la ejecución de las instrucciones del código del programa pueden realizarse secuencialmente de manera que se recupere, cargue y ejecute una instrucción a la vez. En algunas implementaciones de ejemplo, la recuperación, la carga y/o la ejecución se pueden realizar en paralelo de manera que se recuperan, cargan y/o ejecutan varias instrucciones juntas. La ejecución de las instrucciones del código del programa puede producir un proceso implementado por ordenador de manera que las instrucciones ejecutadas por el ordenador, el circuito de procesamiento u otro aparato programable proporcionen operaciones para implementar las funciones descritas en la presente.

5 La ejecución de instrucciones por un circuito de procesamiento, o el almacenamiento de instrucciones en un medio de almacenamiento legible por ordenador, admite combinaciones de operaciones para realizar las funciones especificadas. De esta manera, un sistema informático periférico **208** puede incluir un circuito de procesamiento **310** y un medio de almacenamiento legible por ordenador o memoria **528** acoplado al circuito de procesamiento, donde el circuito de procesamiento está configurado para ejecutar un código de programa legible por ordenador **530** almacenado en la memoria. También se entenderá que una o más funciones, y combinaciones de funciones, pueden implementarse mediante aparatos basados en hardware de propósito especial y/o circuitos de procesamiento que realizan las funciones especificadas, o combinaciones de hardware de propósito especial e instrucciones de código de programa.

## REIVINDICACIONES

1. Un vehículo de rotores múltiples (102, 200) que comprende:

5 un fuselaje (202); y acoplado al fuselaje, una pluralidad de motores eléctricos (204) acoplada operativamente a una respectiva pluralidad de rotores (206), donde la pluralidad de motores eléctricos (204) está configurada para hacer que la respectiva pluralidad de rotores (206) gire con respecto a el fuselaje (202); y una pluralidad de sistemas informáticos periféricos (208) que es independiente, distinta y distribuida respecto a la pluralidad de motores eléctricos (204), donde cada sistema informático periférico de la pluralidad de sistemas informáticos periféricos (208) está acoplado  
 10 operativamente a un motor eléctrico respectivo de la pluralidad de motores eléctricos (204), y por lo tanto un rotor respectivo de la pluralidad respectiva de rotores (206), donde cada sistema informático periférico está configurado para adquirir y procesar datos de sensor para el rotor respectivo para determinar la información del estado del rotor y ejecutar comandos de motor para controlar el motor eléctrico respectivo y, por lo tanto, el rotor respectivo,  
 15 donde la pluralidad de sistemas informáticos periféricos (208) está configurada de acuerdo con un modelo en el que cualquiera de la pluralidad de sistemas informáticos periféricos (208) se puede seleccionar como sistema informático periférico primario (208a), y la pluralidad de sistemas informáticos periféricos (208) distintos del sistema informático periférico primario (208a) es operable como sistemas informáticos periféricos secundarios (208b), donde los sistemas informáticos periféricos secundarios (208b) están configurados para comunicar la información respectiva del estado del rotor al sistema informático periférico primario (208a) y donde el sistema informático periférico primario (208a) está configurado para proporcionar los comandos del motor a los sistemas informáticos periféricos secundarios (208b),  
 20 donde cada sistema informático periférico (208) está configurado como un ordenador de vuelo integrado y un controlador de motor, e incluye una unidad de medición inercial (IMU) (324) y un magnetómetro (326), donde el sistema informático periférico primario (208a) está configurado para implementar el ordenador de vuelo para determinar la postura, la posición y el rumbo del vehículo de rotores múltiples, y para proporcionar los comandos del motor en función de la información del estado del rotor para la respectiva pluralidad de rotores (206) y la postura, la posición y el rumbo,  
 25 donde la IMU (324) y el magnetómetro (326) del sistema informático periférico primario (208a) están configurados para determinar la postura, la posición y el rumbo del vehículo de rotores múltiples (102, 200), donde la IMU de los sistemas informáticos periféricos está acoplada con el rotor respectivo de la pluralidad de rotores (206).

30 2. El vehículo de rotores múltiples (102, 200) de conformidad con la reivindicación 1, donde cada sistema informático periférico (208) incluye:

35 circuitos de procesamiento (310) configurados para adquirir y procesar los datos del sensor para el respectivo rotor (206) para determinar la información del estado del rotor y ejecutar los comandos del motor para controlar el respectivo motor eléctrico (204) y, por lo tanto, el respectivo rotor (206) y una interfaz de comunicación (312) configurada para permitir que el sistema informático periférico se comunique con otros de la pluralidad de sistemas informáticos periféricos (208).

40 3. El vehículo de rotores múltiples (102, 200) de conformidad con la reivindicación 2, donde cada sistema informático periférico (208) incluye además una segunda interfaz de comunicación (314) configurada para permitir que el sistema informático periférico (208) se comunique con una estación remota (316), donde el sistema informático periférico primario (208a) entre la pluralidad de sistemas informáticos periféricos (208) está configurado para comunicarse con la estación remota (316), u opcionalmente donde el circuito de procesamiento (310) de cada sistema informático periférico (208) incluye además un reloj (318) para medir y seguir el tiempo en el sistema informático periférico, donde los sistemas informáticos periféricos secundarios (208b) están configurados para comunicarse con el sistema informático periférico primario (208a) a través de las respectivas interfaces de comunicación (312) para sincronizar los respectivos relojes de los sistemas informáticos periféricos secundarios (208b) con el reloj del sistema informático periférico primario (208a).

50 4. El vehículo de rotores múltiples (102, 200) de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde cada sistema informático periférico (208) incluye un primer circuito de distribución de energía (320a) para el ordenador de vuelo y un segundo circuito de distribución de energía (320b) para el controlador del motor, donde cada sistema informático periférico (208) incluye además un circuito inversor de energía (322) acoplado al segundo circuito de distribución de energía (320b), donde el circuito inversor de energía (322) está configurado para suministrar energía al respectivo motor eléctrico (204) del sistema informático periférico (208).

55 5. El vehículo de rotores múltiples (102, 200) de conformidad con cualquier reivindicación anterior, donde cada sistema informático periférico (208) está configurado para almacenar un archivo de configuración con una lista ordenada de la pluralidad de sistemas informáticos periféricos (208) que comienza con el sistema informático periférico primario (208a) y luego el primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios (208b), y  
 60 donde el sistema informático periférico primario (208a) está configurado para comunicar información de estado de salud al primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios (208b) y, en respuesta, el primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios (208b) está configurado para determinar un estado de salud del sistema informático periférico primario (208a) a partir de la información del estado de salud, y asumir la responsabilidad como el sistema informático periférico primario (208a) cuando el estado de salud alcance un umbral predeterminado, preferiblemente  
 65 donde la lista ordenada incluye un segundo sistema informático periférico secundario (208b) después del primero de los

sistemas informáticos periféricos secundarios (208b), y en donde después de que el primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios (208b) asume la responsabilidad como el sistema informático periférico primario (208a), el segundo de los sistemas informáticos periféricos secundarios (208b) asume la responsabilidad como el primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios (208b).

5

6. El vehículo de rotores múltiples (102, 200) de conformidad con la reivindicación 2, donde el circuito de procesamiento (310) de cada sistema informático periférico (208) incluye además un reloj (318) para medir y seguir el tiempo en el sistema informático periférico, donde los sistemas informáticos periféricos secundarios (208b) están configurados para comunicarse con el sistema informático periférico primario (208a) a través de las respectivas interfaces de comunicación (312) para sincronizar los respectivos relojes de los sistemas informáticos periféricos secundarios con el reloj del sistema informático periférico primario.

10

7. El vehículo de rotores múltiples (102, 200) de conformidad con la reivindicación 5, donde la lista ordenada incluye un segundo de los sistemas informáticos periféricos secundarios (208b) después del primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios, y donde el primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios está configurado para asumir la responsabilidad como el sistema informático periférico primario (208a) y, en respuesta, el segundo de los sistemas informáticos periféricos secundarios está configurado para asumir la responsabilidad como el primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios.

15

8. El vehículo de rotores múltiples (102, 200) de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el vehículo de rotores múltiples (102, 200) es un cuadricóptero o un tricóptero o un hexacóptero o un octocóptero.

20

9. Un método (400) para operar un vehículo de rotores múltiples (102, 200) que incluye una pluralidad de motores eléctricos (204) acoplados operativamente a una pluralidad respectiva de rotores (206), y una pluralidad de sistemas informáticos periféricos (208) que es independiente, distinta y distribuida respecto a la pluralidad de motores eléctricos (204), donde cada sistema informático periférico de la pluralidad de sistemas informáticos periféricos (208) está acoplado operativamente a un motor eléctrico respectivo de la pluralidad de motores eléctricos (204), y por lo tanto a

25

un rotor respectivo de la pluralidad respectiva de rotores (206), donde el método comprende que cada sistema informático periférico (208):

30

adquiera y procese (402) datos del sensor para el rotor respectivo para determinar la información del estado del rotor; y ejecute (408) comandos de motor para controlar el motor eléctrico respectivo y, por lo tanto, el rotor respectivo,

35

donde la pluralidad de sistemas informáticos periféricos (208) están configurada de acuerdo con un modelo en el que cualquiera de la pluralidad de sistemas informáticos periféricos (208) se puede seleccionar como sistema informático periférico primario (208a), y la pluralidad de sistemas informáticos periféricos (208) distintos del sistema informático periférico primario (208a) funcionan como sistemas informáticos periféricos secundarios (208b), donde el método comprende además los sistemas informáticos periféricos secundarios (208b) que comunican (404) la información de estado del rotor respectivo al sistema informático periférico primario (208a), y el sistema informático periférico primario que proporciona (406) los comandos del motor a los sistemas informáticos periféricos secundarios (208b),

40

donde cada sistema informático periférico (208) está configurado como un ordenador de vuelo integrado y un controlador de motor, e incluye una unidad de medición inercial (IMU) (324) y un magnetómetro (326),

45

donde el sistema informático periférico primario (208a) está configurado para implementar el ordenador de vuelo para determinar la postura, la posición y el rumbo del vehículo de rotores múltiples, y para proporcionar los comandos del motor en función de la información del estado del rotor para la respectiva pluralidad de rotores (206), y la postura, la posición y el rumbo,

50

donde la IMU (324) y el magnetómetro (326) del sistema informático periférico primario (208a) están configurados para determinar la postura, la posición y el rumbo del vehículo de rotores múltiples (102, 200), donde la IMU de los sistemas informáticos periféricos está acoplada con el respectivo rotor de la pluralidad de rotores (206).

10. El método (400) de conformidad con la reivindicación 9, donde cada sistema informático periférico (208) está habilitado para comunicarse con una estación remota (316), y el método comprende además el sistema informático periférico primario (208a) entre la pluralidad de sistemas informáticos periféricos (208) que se comunican con la estación remota (316), u opcionalmente donde cada sistema informático periférico (208) incluye un reloj (318) para medir y seguir el tiempo en el sistema informático periférico, y el método comprende además que los sistemas informáticos periféricos secundarios (208b) se comuniquen con el sistema informático periférico primario (208a) para sincronizar los respectivos relojes de los sistemas informáticos periféricos secundarios (208b) con el reloj del sistema informático periférico primario (208a).

55

11. El método (400) de conformidad con la reivindicación 9, donde cada sistema informático periférico (208) incluye un primer circuito de distribución de energía (320a) para el ordenador de vuelo, un segundo circuito de distribución de energía (320b) para el controlador del motor y un circuito inversor de energía (322) acoplado al segundo circuito de distribución de energía (320b), y el método comprende además el circuito inversor de energía (322) que suministra energía al respectivo motor eléctrico (204) del sistema informático periférico (208).

60

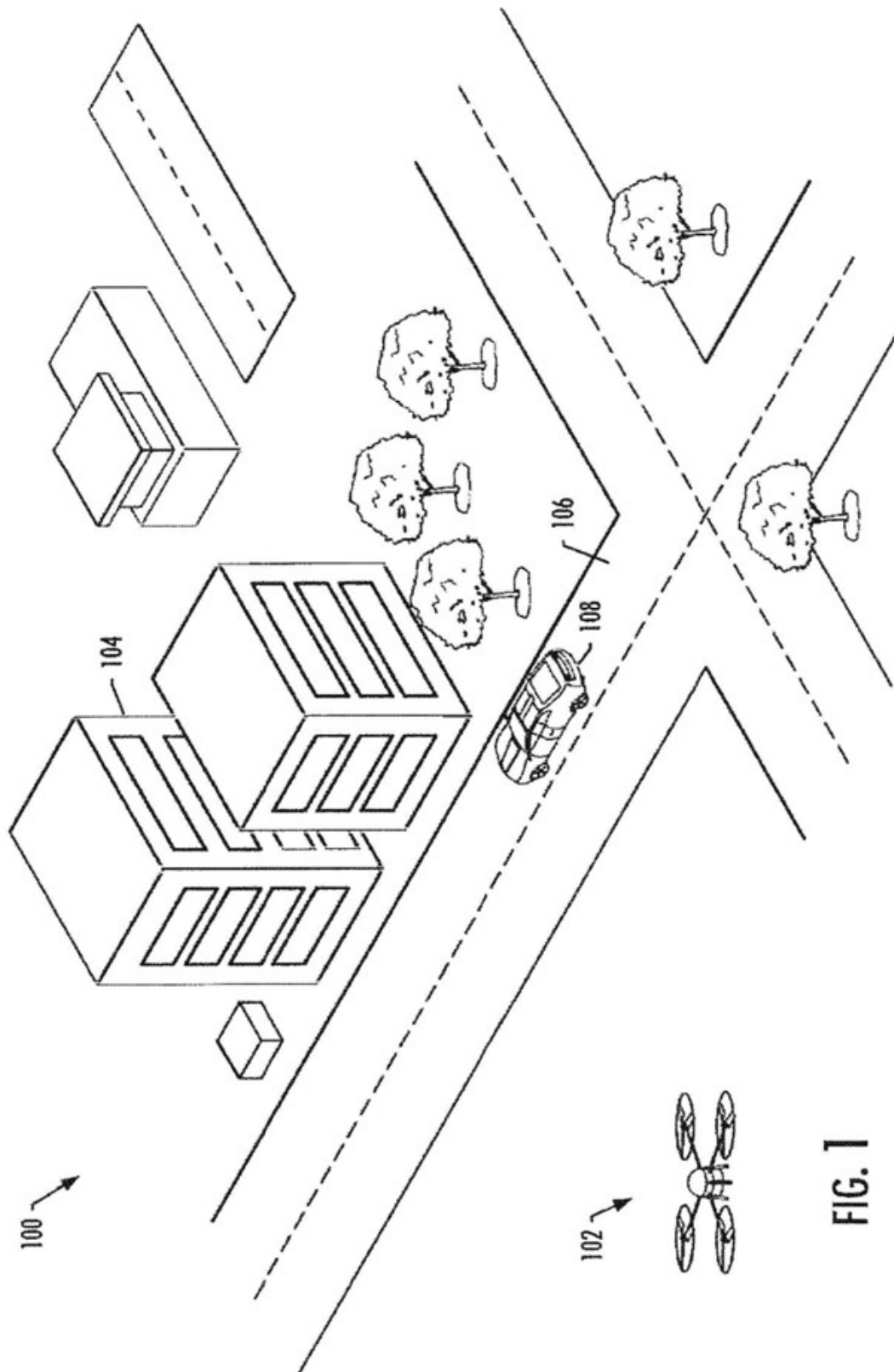
12. El método (400) de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 9-11, donde cada sistema informático periférico

65

(208) está

5 configurado para almacenar un archivo de configuración con una lista ordenada de la pluralidad de sistemas informáticos periféricos (208) que comienza con el sistema informático periférico primario (208a) y luego el primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios (208b), y donde el método comprende además que el sistema informático periférico primario (208a) comunique información sobre el estado de salud al primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios (208b), y en respuesta, el primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios (208b) determina un estado de salud del sistema informático periférico primario (208a) a partir de la información del estado de salud, y asume la responsabilidad como sistema informático periférico primario (208a) cuando el estado de salud alcanza un umbral predeterminado.  
10

13. El método (400) de conformidad con la reivindicación 12, donde la lista ordenada incluye un segundo de los sistemas informáticos periféricos secundarios (208b) después del primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios (208b), y  
15 donde el método además comprende que, después de que el primero de los sistemas informáticos periféricos secundarios (208b) asume la responsabilidad como sistema informático periférico primario (208a), el segundo de los sistemas informáticos periféricos secundarios (208b) asuma la responsabilidad como el primero de los periféricos secundarios sistemas informáticos (208b).



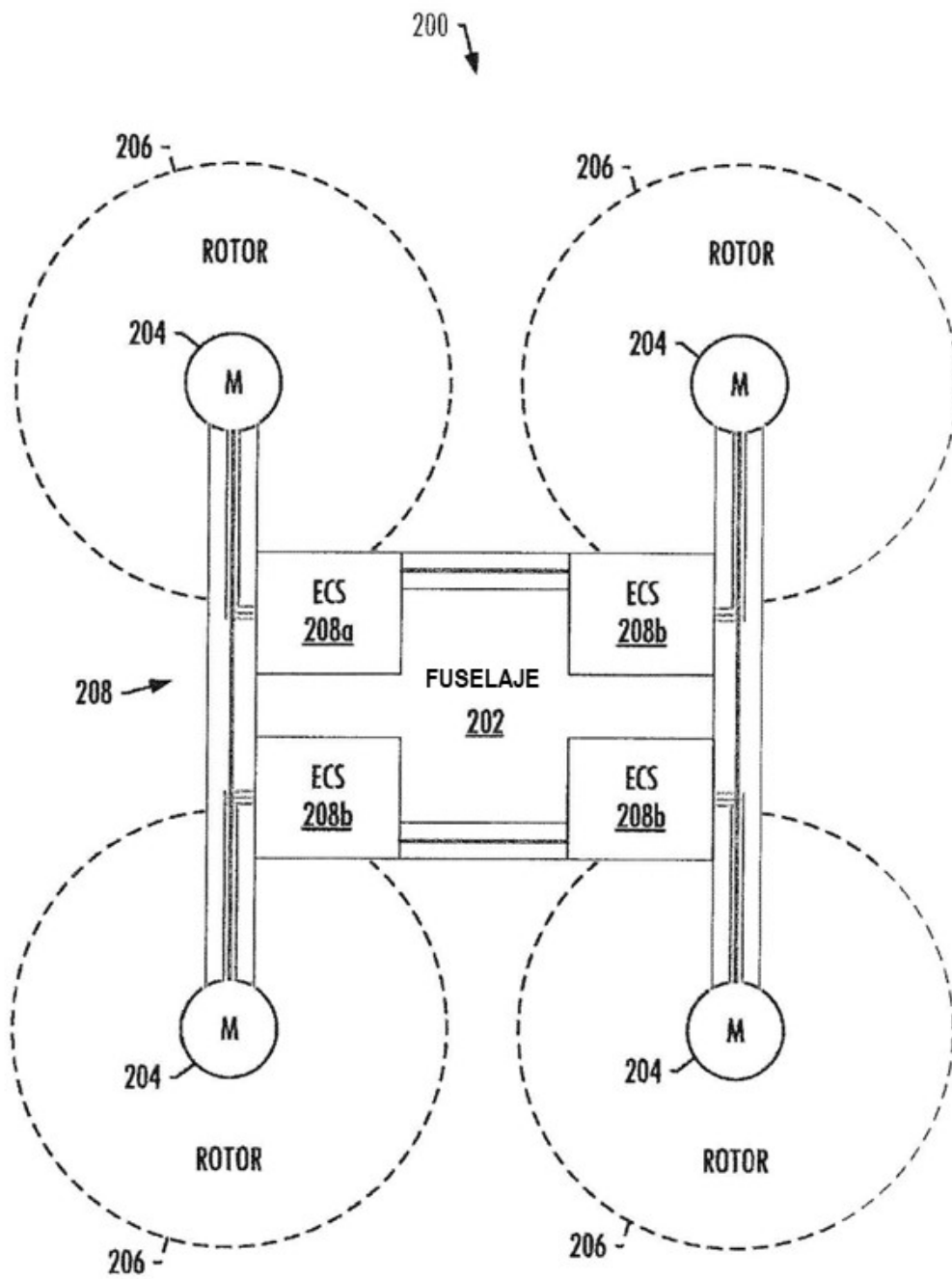


FIG. 2

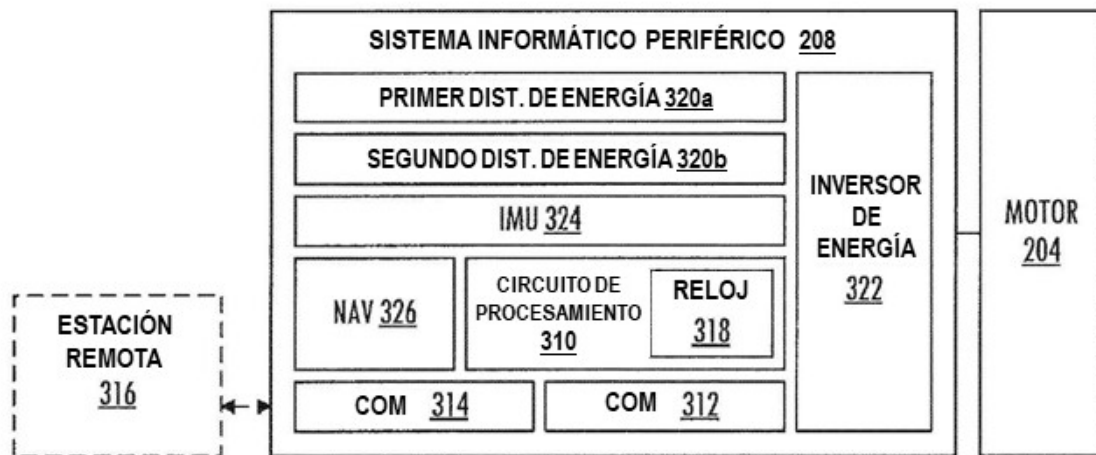


FIG. 3

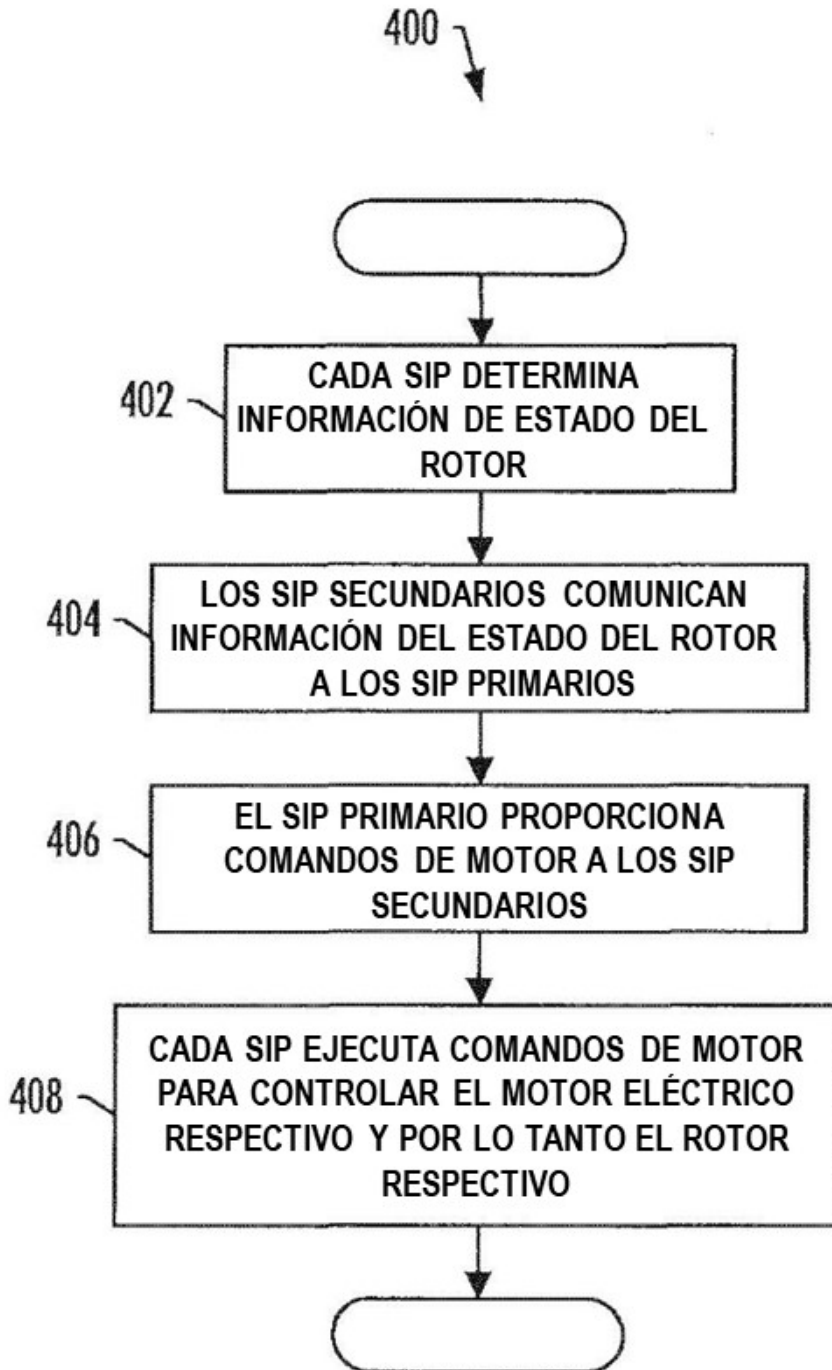


FIG. 4

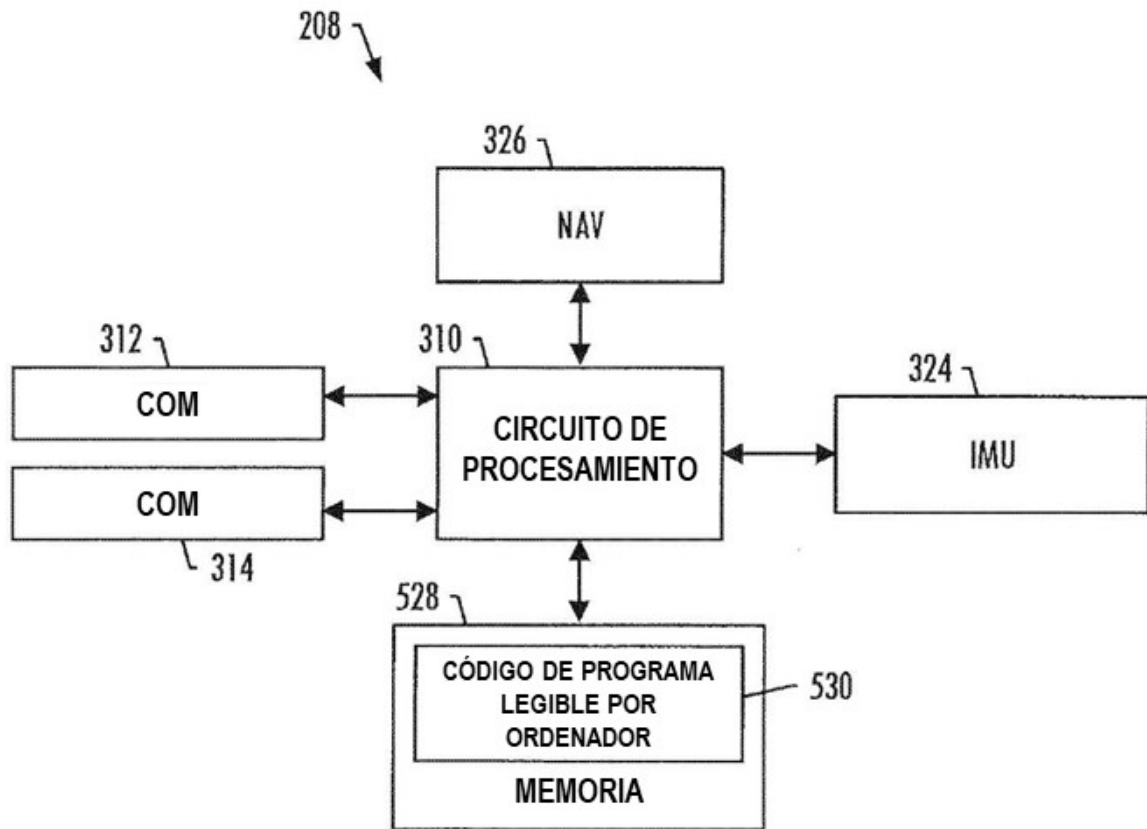


FIG. 5