

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 654 090**

51 Int. Cl.:

G05D 1/10 (2006.01)
B64C 39/02 (2006.01)
B64C 27/00 (2006.01)
B60P 3/00 (2006.01)
B63B 21/56 (2006.01)
B64D 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.04.2014** E 14166365 (8)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.09.2017** EP 2813915

54 Título: **Sistemas y métodos para mover una carga utilizando vehículos no tripulados**

30 Prioridad:

13.06.2013 US 201313916901

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

12.02.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

JENKINS, KEVIN M.

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 654 090 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 mover una carga utilizando vehículos no tripulados

Antecedentes

Existen vehículos cooperativos para mover una carga conjuntamente. Normalmente, los vehículos se comunican entre sí y con una estación central para mover la carga. Esta comunicación es compleja, ya que normalmente requiere la descomposición de comandos de alto nivel, como la posición de la carga o la velocidad, en comandos de nivel inferior, como las velocidades del rotor y las tensiones del motor. En muchos casos, se requiere una red de sensores externos que limite las aplicaciones y que complica aún más la comunicación. Cada etapa de la comunicación ralentiza la velocidad de control, haciendo que los vehículos sean menos estables y menos útiles. Los fallos en la comunicación pueden provocar que el sistema se desestabilice, dando lugar a situaciones costosas y peligrosas. El equipo requerido para que los vehículos se comuniquen, como las potentes computadoras de a bordo y los dispositivos de transmisión, añade peso a los vehículos, reduce el rendimiento y aumenta el consumo de energía. El documento US 2012/0043414 A1 divulga un método de optimización de control para helicópteros que transportan cargas suspendidas durante el vuelo estacionario, método que utiliza un controlador basado en la realimentación retardada de los ángulos de oscilación de la carga. Las salidas del controlador incluyen desplazamientos adicionales, que se añaden a la trayectoria del helicóptero en las direcciones longitudinal y lateral. Esta simple implementación requiere solo una pequeña modificación en el software del controlador de posición del helicóptero. Además, la implementación de este controlador no necesita velocidades de los ángulos de oscilación. Los parámetros de los controladores se optimizan utilizando el método de enjambres de partículas al minimizar un índice que es una función del historial de la oscilación de la carga. Los resultados de la simulación muestran la efectividad del controlador en la supresión de la oscilación de la carga suspendida mientras se estabiliza el helicóptero. Se necesita un sistema y un método para reducir uno o más problemas de uno o más de los sistemas y métodos existentes para mover una carga con vehículos.

Sumario

En una realización, se divulga un método para mover una carga. En una etapa, se determina la posición real de una carga atada con una atadura a un vehículo, utilizando una pluralidad de sensores dispuestos en el vehículo. En otra etapa, se determina la tensión de atadura requerida y el ángulo de atadura requerido para que la atadura mueva la carga desde la posición real a una posición comandada. En otra etapa más, se determina la tensión de atadura real y el ángulo de atadura real de la atadura utilizando la pluralidad de sensores. En otra etapa más, se realiza una determinación de un vector de empuje que debe aplicar el vehículo para cambiar la tensión de atadura real y el ángulo de atadura real de la atadura a la tensión de atadura requerida y al ángulo de atadura requerido. En una etapa adicional, el vector de empuje se aplica con el vehículo para reposicionar el vehículo para lograr el ángulo de atadura requerido y para crear la tensión de atadura requerida para mover la carga a la posición comandada.

En otra realización, se divulga un vehículo para mover una carga. El vehículo incluye: una pluralidad de sensores; al menos un procesador en comunicación electrónica con la pluralidad de sensores; y una memoria en comunicación electrónica con el al menos un procesador. La memoria contiene un código de programación para su ejecución mediante el al menos un procesador. El código de programación está configurado para: determinar la posición real de una carga atada con una atadura al vehículo utilizando la pluralidad de sensores; determinar la tensión de atadura requerida y el ángulo de atadura requerido para que la atadura mueva la carga desde la posición real a una posición comandada; determinar la tensión de atadura real y el ángulo de atadura real de la atadura utilizando la pluralidad de sensores; determinar el vector de empuje que debe aplicar el vehículo para cambiar la tensión de atadura real y el ángulo de atadura real de la atadura a la tensión de atadura requerida y al ángulo de atadura requerido; y aplicar con el vehículo el vector de empuje para mover la carga a la posición comandada.

En otra realización más, se divulga un sistema para mover una carga. El sistema incluye una pluralidad de vehículos. Cada uno de la pluralidad de vehículos incluye: una pluralidad de sensores; al menos un procesador en comunicación electrónica con la pluralidad de sensores; y una memoria en comunicación electrónica con el al menos un procesador. La memoria contiene un código de programación para su ejecución mediante el al menos un procesador. El código de programación está configurado para: determinar la posición real de una carga atada con una atadura al vehículo utilizando la pluralidad de sensores; determinar la tensión de atadura requerida y el ángulo de atadura requerido para que la atadura mueva la carga desde la posición real a una posición comandada; determinar la tensión de atadura real y el ángulo de atadura real de la atadura utilizando la pluralidad de sensores; determinar el vector de empuje que debe aplicar el vehículo para cambiar la tensión de atadura real y el ángulo de atadura real de la atadura a la tensión de atadura requerida y al ángulo de atadura requerido; y aplicar con el vehículo el vector de empuje para mover la carga a la posición comandada.

El alcance de la presente divulgación se define únicamente por las reivindicaciones adjuntas y no se ve afectado por las declaraciones dentro de este sumario.

Breve descripción de los dibujos

La divulgación puede entenderse mejor con referencia a los siguientes dibujos y descripción. Los componentes de las figuras no están necesariamente a escala, sino que se hace hincapié en ilustrar los principios de la divulgación.

La figura 1 ilustra una vista superior de una realización de un sistema para mover una carga;

5 la figura 2 ilustra una vista lateral del sistema de la figura 1;

la figura 3 es un diagrama de flujo de una realización de un método para mover una carga; y

la figura 4 ilustra una pluralidad de gráficos de simulación para cuatro vehículos atados a una carga utilizando el sistema de las figuras 1 y 2 que sigue el método de la figura 3.

Descripción detallada

10 La figura 1 ilustra una vista superior de una realización de un sistema 10 para mover una carga 12. La figura 2 ilustra una vista lateral del sistema 10 de la figura 1. Como se muestra colectivamente en las figuras 1 y 2, el sistema 10 comprende una pluralidad de vehículos 14 que están atados cada uno con ataduras 16 independientes a la carga 12. La pluralidad de vehículos 14 pueden ser no tripulados o tripulados. En una realización, la pluralidad de vehículos 14 puede comprender vehículos aéreos tales como aeronaves, helicópteros u otros tipos de vehículos aéreos. En otra realización, la pluralidad de vehículos 14 puede comprender vehículos de tierra tales como automóviles, tanques u otros tipos de vehículos de tierra. En otra realización más, la pluralidad de vehículos 14 puede comprender vehículos acuáticos tales como barcos, submarinos u otros tipos de vehículos acuáticos. En otras realizaciones, el sistema 10 puede comprender cualquier número o tipo de vehículos 14. Los vehículos 14 están configurados para mover la carga al recibir una posición comandada para la carga sin comunicarse entre sí. Cada vehículo 14 comprende una pluralidad de sensores 18, al menos un procesador 20, una memoria 22 y un código de programación 24. En otras realizaciones, cada vehículo 14 puede comprender componentes variables adicionales.

La pluralidad de sensores 18 de cada vehículo 14 comprende: una unidad de medición inercial 18a para medir una aceleración de la carga 12 y para integrar la aceleración para determinar la posición real y la velocidad de la carga 12; un codificador de ángulo 18b para medir el ángulo de atadura real 18c y 18d de la atadura 16; y un extensómetro 18e para medir la tensión de atadura real 18f de la atadura 16. Para facilitar la ilustración, las figuras 1 y 2 solo muestran la tensión de atadura real 18f y el ángulo de atadura real 18c y 18d de la atadura 16 para uno de los vehículos 14, pero cada uno de los vehículos 14 determinaría esto. El ángulo de atadura real 18c comprende el ángulo de la atadura 16 con relación al eje X. El ángulo de atadura real 18d comprende el ángulo de la atadura 16 con respecto al eje Z. Opcionalmente, cada vehículo 14 puede comprender además un sensor de proximidad 18g para mantener la separación de los otros vehículos 14. Opcionalmente, cada vehículo 14 puede comprender además un sensor de posicionamiento global 18h para determinar una posición del vehículo 14. En otras realizaciones, cada vehículo 14 puede comprender diferentes sensores 18.

Opcionalmente, la carga 12 puede comprender al menos un sensor 26. El al menos un sensor opcional 26 puede comprender: una unidad de medición inercial 26a para medir la aceleración de la carga 12 y para integrar la aceleración para determinar la posición real y la velocidad de la carga 12; un codificador de ángulo 26b para medir el ángulo de atadura real 18c y 18d de la atadura 16; o un extensómetro 26c para medir la tensión de atadura real 18f de la atadura 16. En otras realizaciones, la carga 12 puede comprender uno o varios sensores 26.

El al menos un procesador 20 de cada vehículo 14 está en comunicación electrónica con la pluralidad de sensores 18 de ese vehículo particular 14 y con el al menos un sensor 26 de la carga 12 si está incluido opcionalmente. La memoria 22 de cada vehículo 14 está en comunicación electrónica con el al menos un procesador 20 de cada vehículo 14. Opcionalmente, la memoria 22 de cada vehículo 14 puede estar contenida dentro del al menos un procesador 20 de cada vehículo 14.

La memoria 22 de cada vehículo 14 contiene el código de programación 24 de cada vehículo 14 para su ejecución mediante el al menos un procesador 20. El código de programación 24 de cada vehículo 14 está configurado para: determinar la posición real 28 (en coordenadas X, Y y Z) de una carga 12 atada con la atadura 16 al vehículo 14 utilizando la pluralidad de sensores 18; determinar la tensión de atadura requerida y el ángulo de atadura requerido para que la atadura 16 mueva la carga 12 desde la posición real 28 a una posición comandada 30; determinar la tensión de atadura real 18f y el ángulo de atadura real 18c y 18d de la atadura 16 utilizando la pluralidad de sensores 18; determinar el vector de empuje 38 que debe aplicar el vehículo 14 para cambiar la tensión de atadura real 18f y el ángulo de atadura real 18c y 18d de la atadura 16 a la tensión de atadura requerida y al ángulo de atadura requerido; y aplicar con el vehículo 14 el vector de empuje 38 para mover la carga 12 a la posición comandada 30. La posición comandada 30 puede cargarse previamente en la memoria 22 o puede recibirse desde un dispositivo tal como una estación central. El vector de empuje 38 comprende una magnitud y un ángulo con

respecto al eje X y el eje Z del empuje necesario para mover la carga 12 a la posición comandada 30.

El código de programación 24 de cada uno de los vehículos 14 está configurado además para comparar el ángulo de atadura real 18c y 18d con un intervalo de ángulos de atadura de posición inicial respectivo para ese vehículo particular 14, y para evitar que el ángulo de atadura real 18c y 18d exceda el intervalo de ángulos de atadura de posición inicial respectivo para ese vehículo particular 14 para mantener la separación entre la pluralidad de vehículos 14. El código de programación para cada uno de los vehículos 14 está configurado además para comparar la tensión de atadura real 18f con un intervalo de tensiones de atadura de equilibrio para ese vehículo particular 14, y para evitar que la tensión de atadura real 18f exceda el intervalo de tensiones de atadura de equilibrio respectivo para ese particular vehículo 14 para evitar que la atadura 16 se rompa o se afloje. El código de programación 24 de cada uno de los vehículos 14 está configurado además para ordenar que el vehículo 14 permanezca en una posición actual cuando no tiene la posición comandada 30.

La figura 3 es un diagrama de flujo de una realización de un método 40 para mover una carga. El método 40 puede utilizar el sistema 10 de las figuras 1 y 2. En otras realizaciones, el método 40 puede utilizar diversos sistemas. El método 40 puede utilizar una pluralidad de vehículos que están atados a la carga con su propia atadura y que cada uno sigue por separado los etapas del método 40 sin comunicarse entre sí. La pluralidad de vehículos pueden ser no tripulados o tripulados. En una realización, la pluralidad de vehículos puede comprender vehículos aéreos tales como aeronaves, helicópteros u otros tipos de vehículos aéreos. En otra realización, la pluralidad de vehículos puede comprender vehículos de tierra tales como automóviles, tanques u otros tipos de vehículos de tierra. En otra realización más, la pluralidad de vehículos puede comprender vehículos acuáticos tales como barcos, submarinos u otros tipos de vehículos acuáticos. En otras realizaciones, la pluralidad de vehículos puede comprender cualquier número o tipo de vehículos.

En la etapa 42, cada vehículo atado a la carga recibe una posición comandada para la carga. Esta posición comandada puede cargarse previamente en la memoria de cada vehículo o puede recibirse desde algún otro dispositivo, tal como una estación central. En cualquier momento cuando alguno de los vehículos no tiene la posición comandada, ese vehículo en particular mantiene la carga en su posición actual. En la etapa 44, se mide la aceleración de la carga mediante un sensor de cada vehículo que puede comprender una unidad de medición inercial. En otra realización, la etapa 44 puede comprender además que cada vehículo determine la aceleración de la carga utilizando un sensor dispuesto en la carga, tal como una unidad de medición inercial. En la etapa 46, cada vehículo integra la aceleración de la carga para determinar la posición real y la velocidad de la carga. En la etapa 48, cada vehículo determina la tensión de atadura requerida y el ángulo de atadura requerido para que su atadura mueva la carga desde la posición real a la posición comandada.

Opcionalmente, en la etapa 50, cada vehículo puede utilizar un sensor de posicionamiento global dispuesto en el vehículo para determinar la posición real del vehículo. Opcionalmente, en la etapa 52, cada vehículo puede utilizar un sensor de proximidad dispuesto en el vehículo para mantener la separación entre el vehículo y los otros vehículos atados a la carga.

En la etapa 54, cada vehículo determina la tensión de atadura real de su atadura utilizando un sensor de vehículo que puede comprender un extensómetro. En una realización, la etapa 54 puede comprender además que cada vehículo determine la tensión de atadura real de su atadura utilizando un sensor dispuesto en la carga, tal como un extensómetro. En la etapa 56, cada vehículo determina el ángulo de atadura real de su atadura utilizando un sensor de vehículo que puede comprender un codificador de ángulo. En una realización, la etapa 56 puede comprender además que cada vehículo determine el ángulo de atadura real de su atadura utilizando un sensor dispuesto en la carga, tal como un codificador de ángulo.

En la etapa 58, cada vehículo determina el vector de empuje que debe aplicar el vehículo para cambiar la tensión de atadura real y el ángulo de atadura real a la tensión de atadura requerida y al ángulo de atadura requerido. Opcionalmente, en la etapa 60, cada vehículo compara su ángulo de atadura real con un intervalo de ángulos de atadura de posición inicial para ese vehículo particular y evita que el ángulo de atadura real exceda su intervalo de ángulos de atadura de posición inicial para mantener la separación entre los vehículos. Opcionalmente, en la etapa 62, cada vehículo compara su tensión de atadura real con un intervalo de tensiones de atadura de equilibrio para ese vehículo particular y evita que su tensión de atadura real exceda su intervalo de tensiones de atadura de equilibrio para evitar que su atadura se rompa o se afloje. En la etapa 64, cada vehículo aplica su vector de empuje determinado para reubicar cada vehículo para lograr su ángulo de atadura requerido y para crear su tensión de atadura requerida para mover la carga a la posición comandada. En otras realizaciones, una o más etapas del método 40 pueden cambiarse en esencia u orden, no pueden seguirse, o pueden añadirse una o más etapas adicionales.

La figura 4 ilustra una pluralidad de gráficos de simulación para cuatro vehículos atados a una carga utilizando el sistema de las figuras 1 y 2 que sigue el método de la figura 3. Como se muestra colectivamente en los gráficos, la carga se mueve rápidamente mediante los cuatro vehículos a su posición comandada en segundos, con cada vehículo desviándose mínimamente de su intervalo de ángulos de atadura de posición inicial, minimizando así el

riesgo de colisiones entre los vehículos. Esto demuestra que el sistema y el método funcionan bien con cada vehículo trabajando en función de la posición comandada de la carga sin comunicarse con los otros vehículos y sin peligro de colisión.

5 Una o más realizaciones de la divulgación permiten que una estación en tierra simple envíe una posición comandada de alto nivel de un solo canal para la carga que reciben e interpretan individualmente todos los vehículos atados a la carga. Si se pierde la comunicación, los vehículos pueden volver a un estado seguro sin movimiento hasta que se restablezca la comunicación. Los sensores carga-atadura permiten esta divulgación. La divulgación utiliza tensión de atadura medida y ángulos de atadura medidos según los estados que cada vehículo necesita controlar, permitiendo la modularidad e independencia entre los vehículos. Cada vehículo solo recibe una posición 10 comandada para la carga y la compara con la posición real de la carga que se determina utilizando solo sensores a bordo del vehículo o de la carga. Cada vehículo determina internamente qué tensión de atadura se requiere y en qué ángulo aplicarla a la atadura. Cada vehículo determina por sí mismo qué vector de empuje debe actuar. De esta forma, cada vehículo puede permanecer estable y estacionario en ausencia de comandos externos, lo cual es importante para aplicaciones del mundo real. Además, este sistema no requiere que los vehículos se comuniquen entre sí y no requiere sensores fuera de los vehículos o de la carga. Esto elimina la necesidad de equipos 15 necesarios para que los vehículos se comuniquen, como poderosas computadoras de a bordo y dispositivos de transmisión, lo que reduce el peso de los vehículos, aumenta su rendimiento y disminuye su consumo de energía.

El resumen se proporciona para permitir al lector determinar rápidamente la naturaleza de la divulgación técnica. Se sugiere con la comprensión que no se utilizará para interpretar o limitar el alcance o el significado de las reivindicaciones. Además, en la descripción detallada anterior, puede verse que varias características se agrupan en 20 diversas realizaciones con el fin de perfilar la divulgación. Este método de divulgación no debe interpretarse como una intención de que las realizaciones reivindicadas requieran más características de las que se mencionan expresamente en cada reivindicación. Por el contrario, como reflejan las siguientes reivindicaciones, la materia inventiva se encuentra en menos de todas las características de una única realización divulgada. Por lo tanto, las siguientes reivindicaciones se incorporan por la presente en la Descripción detallada, con cada reivindicación independiente por sí misma como un asunto reivindicado por separado. 25

Aunque en este documento se han mostrado y descrito aspectos particulares de la presente materia, será evidente para los expertos en la materia que, basándose en las enseñanzas de este documento, pueden hacerse cambios y modificaciones sin apartarse de la materia descrita en este documento ni de su aspectos más amplios y, por lo tanto, 30 las reivindicaciones adjuntas deben abarcar dentro de su alcance todos los cambios y modificaciones que estén dentro del verdadero alcance de la materia descrita en este documento. Además, debe entenderse que la divulgación está definida por las reivindicaciones adjuntas. En consecuencia, la divulgación no debe restringirse excepto a la luz de las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

De acuerdo con un aspecto de la presente descripción, se proporciona un método para mover una carga que comprende determinar una posición real de una carga atada con una atadura a un vehículo utilizando una pluralidad 35 de sensores dispuestos en el vehículo; determinar la tensión de atadura requerida y el ángulo de atadura requerido para que la atadura mueva la carga desde la posición real a una posición comandada; determinar la tensión de atadura real y el ángulo de atadura real de la atadura utilizando la pluralidad de sensores; determinar el vector de empuje que debe aplicar el vehículo para cambiar la tensión de atadura real y el ángulo de atadura real de la atadura a la tensión de atadura requerida y al ángulo de atadura requerido; y aplicar con el vehículo el vector de empuje para reubicar el vehículo para lograr el ángulo de atadura requerido y crear la tensión de atadura requerida para mover la 40 carga a la posición comandada.

El método es uno en el que la pluralidad de sensores comprende una unidad de medición inercial, un codificador de ángulo y un extensómetro, y que comprende además la unidad de medición inercial que mide la aceleración de la 45 carga e integra la aceleración para determinar la posición real y velocidad de la carga, el codificador de ángulo que mide el ángulo de atadura real, y el extensómetro que mide la tensión de atadura real.

El método es uno en el que la determinación de la posición real de la carga atada al vehículo comprende además utilizar al menos un sensor dispuesto en la carga.

El método es uno en el que el al menos un sensor comprende una unidad de medición inercial, y que comprende 50 además la unidad de medición inercial que mide la aceleración de la carga e integra la aceleración para determinar la posición real y la velocidad de la carga.

El método es uno que comprende además utilizar un sensor de proximidad dispuesto en el vehículo para mantener la separación entre el vehículo y otro vehículo que también está atado a la carga.

El método es uno que comprende además utilizar un sensor de posicionamiento global dispuesto en el vehículo para 55 determinar la posición del vehículo.

El método es uno que comprende además comparar el ángulo de atadura real con un intervalo de ángulos de atadura de posición inicial e impedir que el ángulo de atadura real exceda el intervalo de ángulos de atadura de posición inicial.

5 El método es uno que comprende además comparar la tensión de atadura real con un intervalo de tensiones de atadura de equilibrio y evitar que la tensión de atadura real exceda el intervalo de tensiones de atadura de equilibrio.

El método es uno que comprende además el vehículo que mantiene la carga en una posición actual cuando no tiene la posición comandada.

El método es uno que comprende además una pluralidad de vehículos que mueven la carga con cada uno de la pluralidad de vehículos siguiendo el método para mover la carga.

10 El método es uno que comprende además comparar el ángulo de atadura real para cada vehículo con un intervalo de ángulos de atadura de posición inicial respectivo para cada vehículo y evitar que el ángulo de atadura real de cada vehículo exceda el intervalo de ángulos de atadura de posición inicial respectivo para cada vehículo para mantener la separación entre la pluralidad de vehículos.

15 El método es uno que comprende además comparar la tensión de atadura real para cada vehículo con un intervalo de tensiones de atadura de equilibrio respectivo para cada vehículo y evitar que la tensión de atadura real de cada vehículo exceda el intervalo de tensiones de atadura de equilibrio respectivo para cada vehículo para evitar que la atadura se rompa o se afloje.

El método es uno en el que el vehículo es un vehículo aéreo.

El método es uno en el que el vehículo aéreo no está tripulado.

20 De acuerdo con un aspecto de la presente divulgación, se proporciona un vehículo para mover una carga que comprende una pluralidad de sensores; al menos un procesador en comunicación electrónica con la pluralidad de sensores; y una memoria en comunicación electrónica con el al menos un procesador, en el que la memoria contiene un código de programación para su ejecución mediante el al menos un procesador, y el código de programación está configurado para: determinar la posición real de una carga atada con una atadura al vehículo utilizando la pluralidad de sensores; determinar la tensión de atadura requerida y el ángulo de atadura requerido para que la atadura mueva la carga desde la posición real a una posición comandada; determinar la tensión de atadura real y el ángulo de atadura real de la atadura utilizando la pluralidad de sensores; determinar el vector de empuje que debe aplicar el vehículo para cambiar la tensión de atadura real y el ángulo de atadura real de la atadura a la tensión de atadura requerida y al ángulo de atadura requerido; y aplicar con el vehículo el vector de empuje para mover la carga a la posición comandada.

30 El vehículo es uno en el que la pluralidad de sensores comprende una unidad de medición inercial, un codificador de ángulo y un extensómetro.

El vehículo es uno en el que el código de programación está configurado además para determinar la posición real de la carga atada al vehículo utilizando al menos un sensor dispuesto en la carga.

35 El vehículo es uno en el que el al menos un sensor comprende una unidad de medición inercial.

El vehículo es uno que comprende además un sensor de proximidad, en el que el código de programación está configurado además para utilizar el sensor de proximidad para mantener la separación entre el vehículo y otro vehículo que también está atado a la carga.

40 El vehículo es uno que comprende además un sensor de posicionamiento global, en el que el código de programación está configurado además para utilizar el sensor de posicionamiento global para determinar la posición del vehículo.

El vehículo es uno en el que el código de programación está configurado además para comparar el ángulo de atadura real con un intervalo de ángulos de atadura de posición inicial y para evitar que el ángulo de atadura real exceda el intervalo de ángulos de atadura de posición inicial.

45 El vehículo es uno en el que el código de programación está configurado además para comparar la tensión de atadura real con un intervalo de tensiones de atadura de equilibrio y para evitar que la tensión de atadura real exceda el intervalo de tensiones de atadura de equilibrio.

El vehículo es uno en el que el código de programación está configurado además para ordenar que el vehículo permanezca en una posición actual cuando no tiene la posición comandada.

El vehículo es uno en el que el vehículo es un vehículo aéreo.

El vehículo es uno en el que el vehículo aéreo no está tripulado.

- 5 De acuerdo con un aspecto de la presente divulgación, se proporciona un sistema para mover una carga que comprende una pluralidad de vehículos en el que cada uno de la pluralidad de vehículos comprende una pluralidad de sensores; al menos un procesador en comunicación electrónica con la pluralidad de sensores; y una memoria en comunicación electrónica con el al menos un procesador, en el que la memoria contiene código de programación para su ejecución mediante el al menos un procesador, y el código de programación está configurado para:
- 10 determinar la posición real de una carga atada con una atadura al vehículo utilizando la pluralidad de sensores; determinar la tensión de atadura requerida y el ángulo de atadura requerido para que la atadura mueva la carga desde la posición real a una posición comandada; determinar la tensión de atadura real y el ángulo de atadura real de la atadura utilizando la pluralidad de sensores; determinar el vector de empuje que debe aplicar el vehículo para cambiar la tensión de atadura real y el ángulo de atadura real de la atadura a la tensión de atadura requerida y al
- 15 ángulo de atadura requerido; y aplicar con el vehículo el vector de empuje para mover la carga a la posición comandada.

El sistema es uno en el que el código de programación para cada uno de la pluralidad de vehículos está configurado además para comparar el ángulo de atadura real con un intervalo de ángulos de atadura de posición inicial respectivo para ese vehículo particular y para evitar que el ángulo de atadura real exceda el intervalo de ángulos de atadura de posición inicial respectivo para ese vehículo particular para mantener la separación entre la pluralidad de vehículos.

20

El sistema es uno en el que el código de programación para cada uno de la pluralidad de vehículos está configurado además para comparar la tensión de atadura real con un intervalo de tensiones de atadura de equilibrio para ese vehículo particular y para evitar que la tensión real supere el intervalo de tensiones de atadura de equilibrio respectivo para ese vehículo en particular para evitar que la atadura se rompa o se afloje.

25

El sistema es uno en el que la pluralidad de sensores comprende una unidad de medición inercial, un codificador de ángulo y un extensómetro.

El sistema es uno en el que el código de programación para cada uno de la pluralidad de vehículos está configurado además para determinar la posición real de la carga atada al vehículo utilizando al menos un sensor dispuesto en la carga.

30

El sistema es uno en el que el al menos un sensor comprende una unidad de medición inercial.

El sistema es uno en el que cada uno de la pluralidad de vehículos comprende además un sensor de proximidad, en el que el código de programación para cada uno de la pluralidad de vehículos está configurado además para utilizar su sensor de proximidad para mantener la separación entre el vehículo y los otros vehículos.

35 El sistema es uno en el que cada uno de la pluralidad de vehículos comprende además un sensor de posicionamiento global, en el que el código de programación para cada uno de la pluralidad de vehículos está configurado además para utilizar su sensor de posicionamiento global para determinar la posición del vehículo.

El sistema es uno en el que el código de programación para cada uno de la pluralidad de vehículos está configurado además para ordenar que el vehículo permanezca en una posición actual cuando no tiene la posición comandada.

40 El sistema es uno en el que la pluralidad de vehículos comprende vehículos aéreos.

El sistema es uno en el que los vehículos aéreos no están tripulados.

REIVINDICACIONES

1. Un método (40) de mover una carga (12) que comprende:
 - determinar una posición real (28) de una carga (12) unida con una atadura (16) a un vehículo (14) utilizando una pluralidad de sensores (18) dispuestos en el vehículo (14);
- 5 determinar (48) una tensión de atadura requerida (18f) y un ángulo de atadura requerido (18c, 18d) para que la atadura (16) mueva la carga (12) desde la posición real (28) a una posición comandada (30);
 - determinar (54) una tensión de atadura real (18f) y un ángulo de atadura real (18c, 18d) de la atadura (16) utilizando la pluralidad de sensores (18);
- 10 determinar (58) un vector de empuje (38) que debe aplicar el vehículo (14) para cambiar la tensión de atadura real (18f) y el ángulo de atadura real (18c, 18f) de la atadura (16) a la tensión de atadura requerida y al ángulo de atadura requerido; y
 - aplicar (64) con el vehículo (14) el vector de empuje (38) para reubicar el vehículo (14) para lograr el ángulo de atadura requerido y crear la tensión de atadura requerida para mover la carga (12) a la posición comandada (30).
- 15 2. El método de la reivindicación 1 en el que la pluralidad de sensores (18) comprende una unidad de medición inercial (18a), un codificador de ángulo (18b) y un extensómetro (18e), y que comprende además que la unidad de medición inercial (18a) mida una aceleración de la carga (12) e integre la aceleración para determinar la posición real (28) y la velocidad de la carga (12), que el codificador de ángulo (18b) mida el ángulo de atadura real (18c, 18d) y que el extensómetro (18e) mida la tensión de atadura real (18f).
- 20 3. El método de las reivindicaciones 1 o 2 en el que la determinación de la posición real (28) de la carga (12) atada al vehículo (14) comprende además utilizar al menos un sensor (26) dispuesto en la carga (12).
4. El método de las reivindicaciones 1-3 en el que el al menos un sensor (26) comprende una unidad de medición inercial (26a) y que comprende además que la unidad de medición inercial (26a) mida una aceleración de la carga (12) e integre la aceleración para determinar la posición real (28) y la velocidad de la carga (12).
- 25 5. El método de las reivindicaciones 1-4 que comprende además utilizar un sensor de proximidad (18g) dispuesto en el vehículo (14) para mantener la separación entre el vehículo (14) y otro vehículo (14) que también está atado a la carga (12).
6. El método de las reivindicaciones 1-5 que además comprende utilizar un sensor de posicionamiento global (18h) dispuesto en el vehículo (14) para determinar una posición del vehículo (14).
- 30 7. El método de las reivindicaciones 1 a 6 que comprende además comparar el ángulo de atadura real (18c, 18d) con un un intervalo de ángulos de atadura de posición inicial y evitar que el ángulo de atadura real (18c, 18d) exceda el un intervalo de ángulos de atadura de posición inicial.
8. El método de las reivindicaciones 1-7 que comprende además comparar la tensión de atadura real (18f) con un intervalo de tensiones de atadura de equilibrio y evitar que la tensión de atadura real (18f) exceda el intervalo de tensiones de atadura de equilibrio.
- 35 9. El método de las reivindicaciones 1-8 que comprende además que el vehículo (14) mantenga la carga (12) en una posición actual (28) cuando no tiene la posición comandada (30).
10. El método de las reivindicaciones 1-9 que comprende además una pluralidad de vehículos (14) que mueven la carga (12) con cada uno de la pluralidad de vehículos (14) siguiendo el método para mover la carga.
- 40 11. El método de la reivindicación 10 que comprende además comparar el ángulo de atadura real (18c, 18d) para cada vehículo (14) con un intervalo de ángulos de atadura de posición inicial respectivo para cada vehículo (14) y evitar que el ángulo de atadura real (18c, 18d) de cada el vehículo (14) exceda el intervalo de ángulos de atadura de posición inicial respectivo para cada vehículo (14) para mantener la separación entre la pluralidad de vehículos (14).
- 45 12. El método de la reivindicación 10 que comprende además comparar la tensión de atadura real (18f) para cada vehículo (16) con un intervalo de tensiones de atadura de equilibrio respectivo para cada vehículo (16) y evitar que la tensión de atadura real (18f) de cada vehículo (14) exceda el intervalo de tensiones de atadura de equilibrio respectivo para cada vehículo (14) para evitar que la atadura (16) se rompa o se afloje.

13. Un vehículo (14) para mover una carga (12) que comprende:

una pluralidad de sensores (18);

al menos un procesador (20) en comunicación electrónica con la pluralidad de sensores (18); y

5 una memoria (22) en comunicación electrónica con el al menos un procesador (20), en el que la memoria (22) contiene un código de programación (24) para su ejecución mediante el al menos un procesador (20), y el código de programación (24) está configurado para: determinar una posición real (28) de una carga (12) atada con una atadura (16) al vehículo (14) utilizando la pluralidad de sensores (18); determinar una tensión de atadura requerida y un ángulo de atadura requerido para que la atadura (16) mueva la carga (12) desde la posición real (28) a una posición comandada (30); determinar una tensión de atadura real (18f) y un ángulo de atadura real (18c, 18d) de la atadura (16) utilizando la pluralidad de sensores (18); determinar un vector de empuje (38) que debe aplicar el vehículo (14) para cambiar la tensión de atadura real (18f) y el ángulo de atadura real (18c, 18d) de la atadura (16) a la tensión de atadura requerida y al ángulo de atadura requerido; y aplicar con el vehículo (14) el vector de empuje (38) para mover la carga (12) a la posición comandada (30).

10 14. El vehículo (14) de la reivindicación 13, en el que la pluralidad de sensores (18) comprende una unidad de medición inercial (18a), un codificador de ángulo (18b) y un extensómetro (18e).

15 15. El vehículo (14) de las reivindicaciones 13 o 14 en el que el código de programación (24) está configurado además para determinar la posición real (28) de la carga (12) atada al vehículo (14) utilizando al menos un sensor (26) dispuesto en la carga (12).

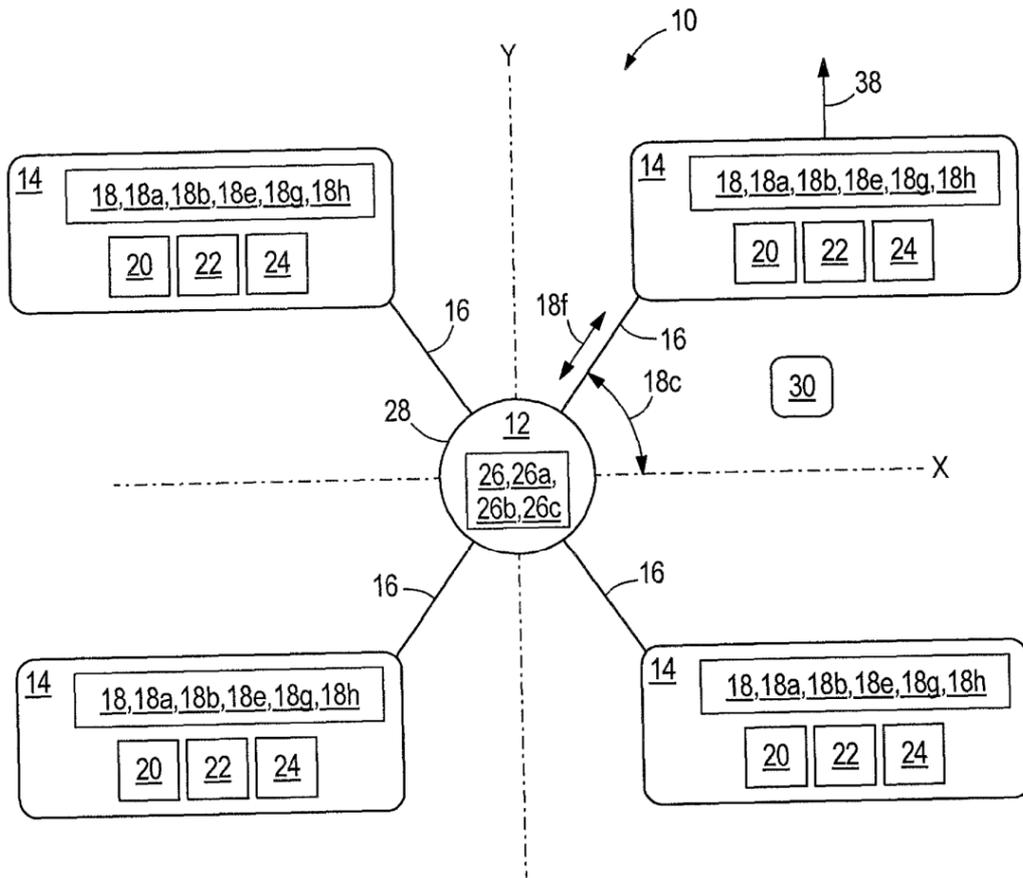


FIG. 1

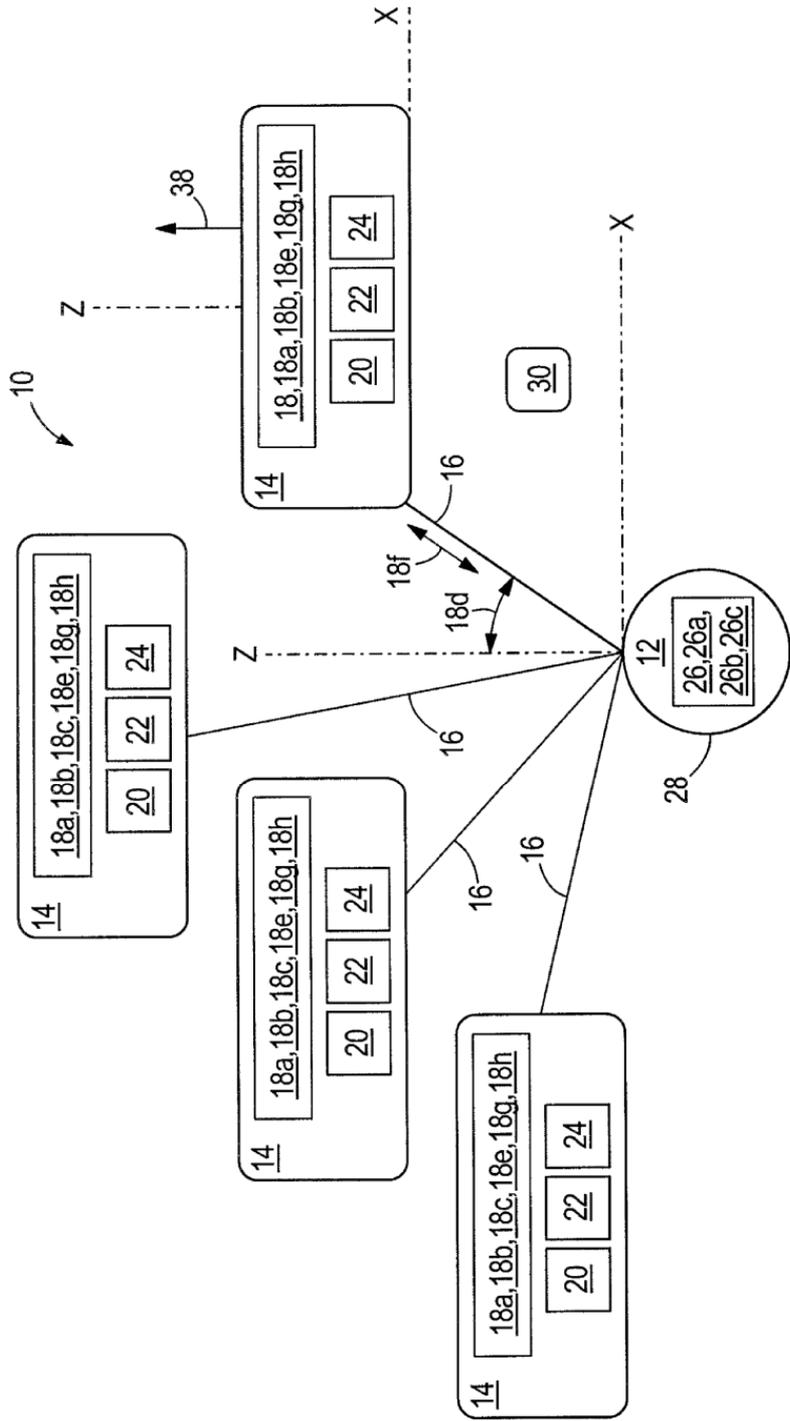


FIG. 2

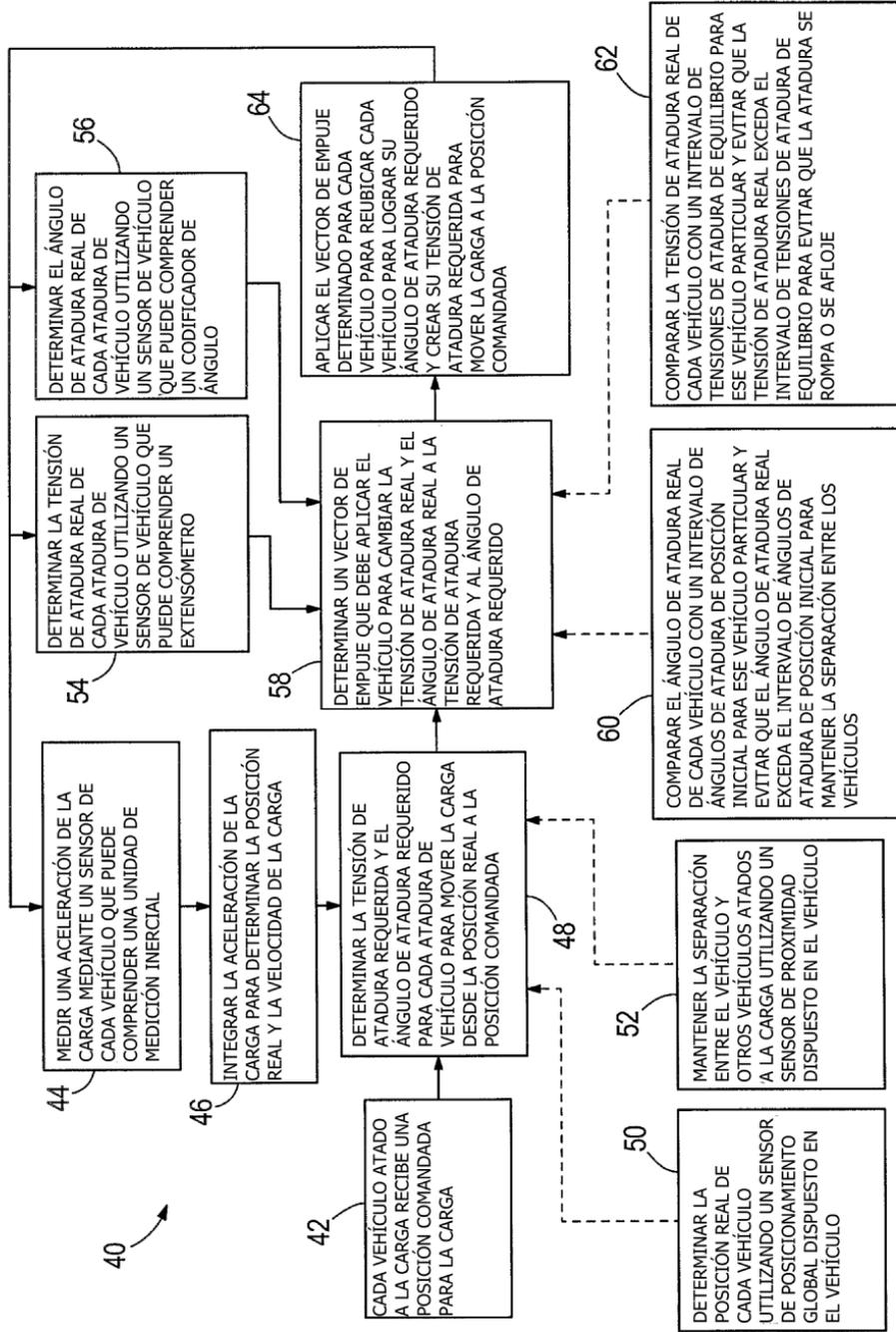


FIG. 3

