

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 839 405**

51 Int. Cl.:

A63G 31/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.09.2016 PCT/GB2016/052702**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.03.2017 WO17037458**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.09.2016 E 16766595 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.11.2020 EP 3344352**

54 Título: **Plataforma de movimiento**

30 Prioridad:

04.09.2015 GB 201515730

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

05.07.2021

73 Titular/es:

**MCLAREN RACING LIMITED (100.0%)
McLaren Technology Centre Chertsey Road
Woking
Surrey GU21 4YH, GB**

72 Inventor/es:

**BRICE, PETER y
HOUGHTON, STEVE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 839 405 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

Plataforma de movimiento

Esta invención se relaciona con una plataforma de movimiento. La plataforma de movimiento puede, por ejemplo, usarse para un simulador de vehículo de carretera.

5 Las plataformas de movimiento se usan para una diversidad de aplicaciones. Ejemplos incluyen simuladores de vehículos, partes móviles alrededor de estaciones de mecanizado, almacenamiento en estanterías y desplazamiento de cámaras. Una forma común de plataforma de movimiento es la Plataforma Stewart o hexápodo. Ésta comprende seis actuadores lineales que se extienden entre una base y una carga útil. Cada actuador lineal está conectado mediante juntas esféricas a la base y a la carga útil, y los actuadores lineales están dispuestos de forma que, en combinación, pueden mover la carga útil en seis grados de libertad con respecto a la base. La Plataforma Stewart se usa comúnmente para simuladores de vehículos. No obstante, tiene varias desventajas. Una desventaja es que su alcance de movimiento en grados de libertad de traslación está restringido por el tamaño de los actuadores lineales lo cual, a su vez, limita la fidelidad del movimiento que puede proporcionar el sistema. Otra desventaja es que su alcance de rotación alrededor de un eje perpendicular a la base está restringido inherentemente a alrededor de +/- 25° en un sistema típico (véase http://www.moog.com/literatura/ICD/Moog-Test-Electric_Simulation_Table-Overview-en.pdf) por la posibilidad de chocar con los actuadores lineales.

Otros diversos diseños de plataforma de movimiento están disponibles. Un ejemplo es un robot de almacenamiento en estanterías (véase la figura 8.8, "Auslegung und Betrieb redundanter paralleler Seilroboter", disertación de Tobias Bruckmann, Universidad de Duisberg-Essen, 2010, y <https://youtube.com/watch?v=qYniKNuUGA4>). Éste proporciona una carga útil en forma de un estante horizontal. La carga útil está soportada por cables que discurren sobre poleas dispuestas en las esquinas de un bastidor rectangular vertical. Los cables van hasta rodillos accionados por motor, los cuales pueden ser operados para trasladar la carga útil en el plano vertical. Otros diseños de robot actuado por cables son capaces, adicionalmente, de causar la rotación de la carga útil cuando se traslada en un plano vertical. El documento de patente de EE.UU. US 2014/0274431 describe un sistema de movimiento de personas tridimensional que tiene una cápsula para personas y un sistema de soporte por cables. El documento de patente internacional WO 2007/011362 describe un simulador de movimiento que comprende un bastidor de base y un bastidor de cabeceo montado de manera pivotante en el bastidor de accionamiento, el cual es capaz de ejecutar una escora lateral de 360 grados a una orden del operador. El documento de patente europea EP 3133575 describe un simulador de vehículos con un sistema móvil con cuerdas tensadas. El documento de patente europea EP 3133575 fue presentada antes pero publicado después de la fecha de prioridad de esta solicitud.

El National Advanced Driving Simulator (www.nads-sc.uiowa.edu) comprende una plataforma montada sobre un hexápodo con la base del hexápodo siendo movable sobre raíles en un plano horizontal. Esto proporciona movimiento lateral adicional sobre lo que puede ser generado por el hexápodo solo, pero el sistema es voluminoso y esto limita su capacidad para imprimir aceleraciones en altas frecuencias. Otros sistemas tienen un hexápodo accionado horizontalmente mediante actuadores lineales dirigidos horizontalmente adicionales.

Hay una necesidad para un diseño mejorado de plataforma de movimiento.

De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un sistema de movimiento que comprende: un carro dispuesto en un volumen de trabajo; un sistema de movimiento primario que comprende una pluralidad de accionadores por cable dispuestos alrededor del volumen de trabajo, habiendo un cable flexible que se extiende desde cada accionador por cable hasta el carro, por medio de los cuales se puede hacer que el carro se traslade en al menos dos grados de libertad con respecto al bastidor de referencia, estando dispuestos los cables de tal forma que hay una configuración del carro en la cual al menos uno de los cables está arrollado alrededor del carro en una primera dirección rotacional y al menos otro de los cables está arrollado alrededor del carro en una segunda dirección rotacional, con lo cual se puede hacer que el carro rote al menos 90° por el operador de los accionadores por cable y que comprende, además, una unidad de control configurada para controlar el comportamiento del sistema, que comprende un procesador y una memoria, almacenando la memoria un código de programa no transitorio el cual es ejecutable por el procesador para hacer que el procesador dirija la operación del sistema, y un código de entorno el cual define el entorno que está siendo simulado.

El sistema de movimiento puede comprender, además, medios para precargar los cables independientemente de los accionadores por cable.

De acuerdo con un segundo aspecto, se proporciona un método para simular la operación de un vehículo, comprendiendo el método operar un sistema de movimiento como el descrito anteriormente de acuerdo con el código de entorno almacenado y datos de funcionamiento prealmacenados que definen el funcionamiento del vehículo.

El sistema puede comprender un sistema de movimiento secundario que se extiende entre el carro y una carga útil para soportar la carga útil con respecto al carro, por medio del cual, se puede hacer que la carga útil se mueva en uno o más grados de libertad adicionales con respecto al bastidor de referencia. El sistema de movimiento secundario puede ser tal que permita que la carga útil se mueva en grados de libertad no ofrecidos por el primer sistema de movimiento. En combinación, los sistemas de movimiento primario y secundario pueden ser capaces de

mover la carga útil con seis grados de libertad.

El sistema puede comprender una base de apoyo que soporta el carro. La base de apoyo puede extenderse en las direcciones en las cuales se puede hacer que el carro se traslade mediante el sistema de movimiento primario. La base de apoyo puede tener una superficie superior plana sobre la cual está soportado el carro. El carro puede estar soportado sin contacto por la base de apoyo. La base de apoyo puede ser sólida.

Puede haber cinco o más de los accionadores por cable. Puede haber cinco, seis, siete, ocho o más de los accionadores por cable.

El eje alrededor del cual se puede hacer que el carro rote por los accionadores por cable puede ser perpendicular a dos de los grados de libertad en los cuales se puede hacer que el carro se traslade mediante los accionadores por cable. En dicha configuración, dicho uno de los cables y dicho otro de los cables pueden arrollarse, cada uno, alrededor del carro al menos 90°. En dicha configuración, todos los cables de los accionadores por cable pueden estar arrollados alrededor del carro al menos 90°.

El sistema puede comprender un mecanismo resiliente que actúe entre la carga útil y el carro para soportar parcialmente el peso de la carga útil. El mecanismo resiliente y los actuadores lineales pueden, juntos, soportar el peso entero de la carga útil.

El sistema de movimiento puede ser un simulador de movimiento para simular el movimiento de un vehículo. La carga útil puede ser una estación simulada para un operador de un vehículo bajo simulación. La carga útil puede comprender una cabina de vehículo.

El sistema de movimiento puede proporcionar movimiento de la estación/cabina en desplazamiento vertical y desplazamiento lateral. El sistema de movimiento primario puede proporcionar movimiento de la cabina en guiñada.

El sistema puede comprender un procesador de control configurado para coordinar la operación de los accionadores por cable para mantener los cables en tensión cuando el carro es movido.

Cada accionador por cable puede comprender un carrete alrededor del cual está arrollado el respectivo cable y un motor para accionar el carrete para que rote.

La presente invención se describirá ahora a modo de ejemplo con referencia a los dibujos que acompañan. En los dibujos:

La figura 1 muestra un primer diseño de simulador de vehículo desde el lateral y desde arriba.

La figura 2 muestra una vista lateral simplificada del simulador de la figura 1.

La figura 3 es una vista en planta del carro del simulador de la figura 1 que muestra cómo dos de los cables se conectan a él.

Las figuras ilustran una plataforma de movimiento configurada para su uso como un simulador de vehículo de carretera. Como se describirá más adelante, los principios de la plataforma de movimiento pueden usarse en otras aplicaciones.

La plataforma de movimiento de las figuras comprende un carro 1 el cual descansa sobre una base de apoyo plana 2. El carro puede deslizar sobre la base de apoyo. El carro puede ser trasladado a través de la base de apoyo por medio de cables 3 los cuales se extienden entre el carro y los cabrestantes 4. Cada cabrestante está dispuesto de forma que puede ser accionado para rotar mediante un respectivo motor 5. Cuando el motor acciona un cabrestante para arrollar cable sobre el cabrestante, el cable tira del carro y, de esa manera, el carro puede ser forzado a moverse sobre la base de apoyo. El carro lleva una carga útil 6. En este ejemplo, la carga útil está configurada para parecerse a una cabina de vehículo que tiene un asiento 7 para un ocupante. La carga útil está conectada al carro mediante tres actuadores lineales 8 dispuestos en forma de trípode. Cada actuador lineal está conectado en uno de sus extremos al carro mediante una junta esférica 9 y, en el otro de sus extremos, a la carga útil mediante una junta esférica 10. Los actuadores lineales pueden ser operados para ajustar su longitud, provocando de este modo que la carga útil cabecee, se balancee o se desplace verticalmente con respecto al carro. Este sistema provee a la carga útil de seis grados de libertad con respecto a la referencia representada por la base de apoyo 2. Cabeceo, balanceo y desplazamiento vertical son proporcionados por los actuadores lineales 8. El desplazamiento longitudinal y el desplazamiento lateral son proporcionados por los motores 5 que son operados para trasladar el carro a través de la base de apoyo. Guiñada es proporcionada por los motores 5 que son operados para rotar el carro alrededor de un eje perpendicular a la base de apoyo, como se describirá con más detalle más adelante con referencia a la figura 3.

Con el fin de que un ocupante del simulador influya en la operación del simulador, la cabina está provista de controles del vehículo 11, tales como un volante y pedales de freno y de acelerador. Una unidad de visualización de vídeo 12 está dispuesta para proporcionar al ocupante una vista de un entorno simulado. La unidad de visualización de vídeo podría ser llevada por la carga útil o directamente por el carro o puede ser anas gafas de RV llevadas por el ocupante. Como alternativa, la unidad de visualización podría ser una pantalla que sea estacionaria con la base de

apoyo. En el ejemplo de la figura 1, la unidad de visualización se puede mover independientemente del carro y de la carga útil sobre un sistema de movimiento separado mostrado en general en 13. Altavoces 14 se proveen sobre la carga útil para reproducir sonido al ocupante.

5 El comportamiento del sistema es controlado por una unidad de control 20. La unidad de control comprende un procesador 21 y una memoria 22. La memoria almacena un código de programa no transitorio 23, el cual es ejecutable por el procesador para hacer que el procesador dirija la operación del sistema, y un código de entorno 24, el cual define el entorno que está siendo simulado. El código de entorno podría definir la apariencia visual del entorno de simulación para visualizar en la unidad de visualización 12; los parámetros físicos del entorno de simulación, por ejemplo disposición del camino y características de fricción; y las características del vehículo que está siendo simulado, por ejemplo su aceleración, frenado y respuesta al volante, su características de suspensión y su sonido. En operación, el procesador recibe entradas desde los controles del vehículo 11 y desde sensores de posición y/o fuerza las cuales le permiten conocer el estado actual del sistema. Esos sensores podrían, por ejemplo, indicar cualquiera de uno o más de: la posición, velocidad y/o aceleración del carro y/o de la carga útil y/o la unidad de visualización 12, el estado posicional y/o par de cada uno de los motores 5 y el estado posicional y/o la fuerza aplicada por cada uno de los actuadores lineales 8. El procesador ejecuta el código 23 en dependencia del código de entorno 24 para determinar las salidas apropiadas para controlar el sistema para proporcionar al ocupante una simulación convincente del comportamiento del vehículo. El procesador genera salidas que controlan los motores 5, los actuadores lineales 8 y el sistema de movimiento de la visualización 13, una transmisión de vídeo al visualizador 12 y una transmisión de audio a los altavoces 14. Así, cuando el ocupante proporciona entradas por medio de los controles del vehículo 11, el movimiento de la carga útil y el contenido de las señales de vídeo y audio al ocupante se seleccionan de acuerdo con el código de entorno 24.

La unidad de control puede estar acoplada comunicativamente para enviar y recibir señales desde los sensores, los controles, los motores, los actuadores y el visualizador mediante o bien cables eléctricos u ópticos o bien mediante medios inalámbricos.

25 La operación del sistema de movimiento se describirá ahora con más detalle.

Según se muestra en la figura 2, el carro 1 corre sobre la base de apoyo 2. La base de apoyo 2 es, preferiblemente, plana y horizontal puesto que corresponde con los entornos de simulación más comunes pero podría ser no plana y/o inclinada. La base de apoyo 2 soporta todo, o en caso de una base de apoyo inclinada la mayoría de, el peso del carro 1 y la carga útil 6. Esto es eficiente porque evita la necesidad de que el peso del carro sea soportado por una estructura que tiene que accionar el movimiento del carro. Es ventajoso para el carro que se pueda mover libremente sobre la base de apoyo. A este fin, el carro podría desplazarse sobre ruedas o bolas, o podría estar soportado sin contacto por la base de apoyo, por ejemplo, estando suspendido por encima de la base de apoyo por medio de fluido presurizado (por ejemplo, aire) o por repulsión magnética. Esos mismos mecanismos podrían usarse para reducir la fricción entre el carro y la base de apoyo mientras que el carro permanece en contacto con la base de apoyo. La base de apoyo podría ser sólida o podría ser líquida, en cuyo caso el carro podría flotar sobre la base de apoyo.

Los cabrestantes 4 están conectados firmemente con respecto a la base de apoyo 2. Un cable 3 se extiende desde cada cabrestante 4 hasta el carro 1. Un extremo del cable está conectado fijamente al carro. El cable, entonces, pasa por encima de la base de apoyo y es arrollado alrededor del respectivo cabrestante. Uno respectivo de los motores 5 está acoplado a cada uno de los cabrestantes para ser capaz de hacer que el cabrestante rote y o bien suelte o bien recoja el cable bajo el control de la unidad de control 20. Cuando un cabrestante está en una configuración particular, restringe la posición del carro a una zona alrededor del cabrestante cuyo radio corresponde a la longitud del cable libre entre el cabrestante y el carro. En el ejemplo de la figura 1, hay seis cabrestantes dispuestos alrededor de la base de apoyo 2. Ajustando cada uno de los cabrestantes en una configuración apropiada, la posición del carro sobre la base de apoyo puede ser definida inequívocamente. El código de programa 23 está organizado de forma que una vez que el procesador 21 ha determinado una posición deseada del carro, genera señales de control a los motores los cuales hacen rotar a los cabrestantes de manera coordinada para conducir el carro a la posición deseada y a la(s) velocidad(es) deseada(s). Cuando se proveen suficientes cables como para que haya redundancia, no es esencial para todos los cables que sean mantenidos en tensión en todo momento. No obstante, el código de programa 23 está diseñado, preferiblemente, para mantener todos los cables en tensión en todo momento cuando el sistema está en operación, puesto que mantiene la autoridad sobre las posiciones de los cables y reduce el par requerido de cada cabrestante individual.

Los cabrestantes están dispuestos generalmente en el mismo nivel que el carro de forma que los cables 3 discurren generalmente paralelos a la base de apoyo 2. En las figuras, los cabrestantes se muestran con ejes de rotación verticales pero podrían estar dispuestos alrededor de ejes diferentes, por ejemplo ejes horizontales. Cada cable puede, convenientemente, estar conectado al carro a una altura diferente sobre la base de apoyo que los cables vecinos, para reducir la posibilidad de que los cables entren en contacto unos con otros. Convenientemente, los cabrestantes están dispuestos de manera regular alrededor de la base, puesto que esto ayuda a mejorar la fidelidad del movimiento del carro. En la figura 1, el sistema tiene seis cabrestantes. Podría haber cualquier número mayor de tres. Puede haber un número par de cabrestantes y cables asociados o un número impar de cabrestantes y cables asociados. Se ha establecido que el número de cabrestantes y cables puede ser, convenientemente, cinco, seis o más, preferiblemente ocho, puesto que permite una buena fidelidad de movimiento sin un exceso de aparatos. Un

número mayor de cabrestantes por encima del mínimo es ventajoso puesto que entonces el par que se necesita aplicar por cualquier cabrestante, para una aceleración dada del carro, se reduce y la rigidez del sistema también aumenta.

5 El par requerido puede reducirse también precargando los cables independientemente de los motores. El extremo de cada cable distal desde el carro podría estar fijado al respectivo cabrestante. Como alternativa, el cable podría arrollarse alrededor del cabrestante de tal manera que proporcionase un accionamiento por fricción desde el cabrestante al cable y, entonces, el extremo distal del cable podría ser conectado a un mecanismo de precarga tal como un resorte dispuesto en tensión o un peso suspendido. La figura 3 muestra el extremo distal de cada cable terminando en un resorte 15 el cual mantiene el cable en tensión. Como alternativa, el cabrestante podría ser precargado independientemente del cable primario 3 por medio de un resorte rotativo que actuase directamente sobre el cabrestante o por medio de un segundo cable el cual se arrollase alrededor del cabrestante y fuera hasta un resorte (por ejemplo, un resorte de actuación lineal fijo) o un peso suspendido. Estas realizaciones permiten que el extremo distal del cable primario 3 sea conectado directamente al cabrestante reduciendo la posibilidad de que deslice con respecto al cabrestante.

15 Los cables son líneas flexibles las cuales podrían estar compuestas de cualquier material flexible, por ejemplo, alambre metálico o material plástico. Para mejorar la fidelidad del sistema de movimiento, los cables son, preferiblemente, sustancialmente inelásticos.

20 Los actuadores lineales 8 pueden, por ejemplo, ser arietes hidráulicos o neumáticos o accionadores de motor lineal. Los actuadores lineales están dispuestos convenientemente de manera regular alrededor del carro 1. Esto puede ayudar a mejorar el alcance de movimiento de la carga útil. Los actuadores lineales pueden, colectivamente, soportar el peso entero de la carga útil. Como alternativa, los actuadores lineales pueden ser suplementados por un mecanismo de soporte resiliente el cual soporta parte del peso de la carga útil con respecto al carro. El mecanismo de soporte resiliente podría comprender uno o más resortes que actuasen entre la carga útil y el carro y fueran comprimidos por el peso de la carga útil. Esto puede evitar la necesidad de que los actuadores lineales soporten el peso estático entero de la carga útil.

El bastidor de referencia para el movimiento del carro y/o de la carga útil se toma para ser el entorno en el cual se fija la base de apoyo. En ese bastidor de referencia la traslación en dos grados de libertad (tomados aquí para ser desplazamiento longitudinal y desplazamiento lateral) se provee mediante el sistema de accionadores por cable de la manera descrita anteriormente.

30 Como se indicó anteriormente, el movimiento de la carga útil en guiñada se consigue por medio de los motores 5. La figura 3 es una vista simplificada del sistema que muestra cómo dos de los cables 3a y 3b están conectados al carro. El cable 3a se extiende desde el cabrestante 4a y el cable 3b se extiende desde el cabrestante 4b. Los cabrestantes 4a y 4b están dispuestos de forma que se oponen uno con el otro a través de la base de apoyo 2. Los cables están dispuestos de forma que en una configuración neutra del carro, un cable se arrolla hasta cierta medida alrededor del carro en un primer sentido rotacional y el otro cable se arrolla hasta cierta medida alrededor del carro en el sentido rotacional opuesto. En este ejemplo, el cable 3a se arrolla alrededor del carro en un sentido horario cuando se ve desde arriba y el cable 3b se arrolla alrededor del carro en un sentido antihorario cuando se ve desde arriba. El extremo proximal de cada cable se fija entonces al carro, según se indica en 16a, 16b. Los cuatro cables restantes son conectados al carro de manera similar, preferiblemente, de forma que la mitad se arrollen de manera horaria alrededor del carro y la mitad se arrollen de la otra manera. Cuando se proveen más de tres cables, hay redundancia en el sistema con respecto a la traslación lateral del carro a través de la base de apoyo. La redundancia puede usarse para permitir que la posición lateral del carro sea fijada además a su posición rotacional en guiñada. Cuando el movimiento de los cabrestantes está coordinado de forma que los cables arrollados en sentido horario son soltados al mismo tiempo que los cables arrollados en sentido antihorario son recogidos, puede hacerse que el carro rote en un sentido antihorario. El movimiento de los cabrestantes puede ser coordinado para aislar este movimiento de guiñada del movimiento de traslación en desplazamiento longitudinal y desplazamiento lateral. El código de programa 23 está configurado de forma que los motores puedan ser controlados para proporcionar una configuración de guiñada deseada independientemente de las posiciones de desplazamiento longitudinal y de desplazamiento lateral deseadas.

50 La extensión del movimiento en guiñada está gobernada por la extensión hasta la cual es arrollado el cable alrededor del carro. En una configuración del carro (por ejemplo una posición neutra), cada cable podría extenderse más de 60°, más de 80°, más de 90°, más de 100°, más de 120°, más de 180°, más de 360°, más de 540° o más de 720° alrededor del carro. El sistema de accionadores por cable podría proporcionar libertad de guiñada de dos veces el ángulo de arrollamiento neutro escogido. Los cables podrían extenderse alrededor de la periferia del carro, como se muestra en la figura 3, o podrían extenderse alrededor de un cubo en el interior de la periferia del carro, estando soportados los actuadores lineales 8 sobre ese cubo.

60 Los cables son libres de desenrollarse del carro en la longitud y/o extensión rotacional entera que se considera que estén arrollados alrededor del carro. Los cables, preferiblemente, son arrollados de manera apretada contra el carro en toda la longitud que se considera que sean arrollados alrededor del carro de forma que, sobre esa longitud, están presionando contra y/o en contacto con una superficie exterior del carro.

Así, el sistema de accionadores por cable proporciona tres grados de libertad independientes. El sistema de accionadores por cable no proporciona ninguna libertad en los tres sentidos de movimiento restantes. La libertad en esos sentidos de movimiento es proporcionada exclusivamente por los actuadores lineales 8. Así, preferiblemente, cada uno del sistema de accionadores por cable primario y del sistema de accionadores por cable secundario (el cual, en este ejemplo, es proporcionado por los actuadores lineales) no duplica la libertad de movimiento proporcionada por el otro.

Pueden proveerse parachoques alrededor de la base de apoyo 2 para impedir que el carro se salga de la base de apoyo.

El sistema descrito anteriormente puede proporcionar varias ventajas sobre otros diseños de plataforma de movimiento. Primero, el uso de cables para proporcionar movimiento lateral puede permitir que la carga útil esté libre para moverse sobre una base grande sin la necesidad de raíles o actuadores lineales correspondientemente grandes, haciendo que el simulador se implemente sin problemas sobre una escala horizontal grande. Esto es especialmente significativo en simuladores destinados a simular aceleraciones longitudinales elevadas, como en el caso de simuladores de deportes de motor. La base de apoyo 2 podría ser una estructura simple tal como una solera de hormigón, la cual se construye fácilmente al tamaño requerido. Segundo, restringiendo los movimientos accionados por cable para excluir aquellos que tienen una componente vertical no hay necesidad de que los cables soporten la carga útil. Esto mejora la fidelidad del sistema de movimiento y evita la necesidad de que los accionadores por cable sean dimensionados para soportar el peso de la carga útil. Tercero, disponiendo los cables de forma que puedan accionar la carga útil en guiñada, no hay necesidad de un sistema de accionamiento separado para el movimiento en guiñada. Esto reduce la inercia del carro y/o la carga útil frente a diseños alternativos.

En el ejemplo donde la plataforma de movimiento es para ser usada para simular el movimiento de un vehículo de deportes de motor, tal como un coche de carreras, la base de apoyo podría ser de alrededor de 6 m de ancho y los actuadores lineales 8 podrían proporcionar alrededor de 20 cm de recorrido vertical.

La unidad de visualización de vídeo 12 puede ser movida por un sistema de movimiento auxiliar 13. El sistema de movimiento auxiliar es mecánicamente independiente del sistema de movimiento que mueve la carga útil. En este ejemplo, el sistema de movimiento auxiliar está suspendido de las paredes o el techo de una habitación que encierra el simulador. Eso evita la posibilidad de que el sistema de visualización interfiera con el movimiento de los cables 3. El sistema de movimiento auxiliar podría ser también un sistema accionado por cable, similar al que acciona el carro 1. Como alternativa, el sistema de movimiento auxiliar podría proveerse mediante el sistema de vídeo que se desplaza sobre raíles u otros soportes. El código de programa 23 está organizado para controlar el movimiento del sistema de movimiento de vídeo de forma que sigue el movimiento de la carga útil, con la unidad de visualización de vídeo permaneciendo enfrente del ocupante cuando se mueve la carga útil. No obstante, la unidad de visualización de vídeo no necesita permanecer en una posición constante con respecto a la carga útil puesto que pequeños cambios en la relación entre ellos pueden ser admitidos por la imagen de vídeo que está siendo transformada sobre el visualizador sin que el ocupante perciba un cambio en la relación física. El código de programa 23 está organizado para hacer que la imagen de vídeo sea transformada como se requiera para proporcionar una sensación visual realista.

La base de apoyo 2 podría omitirse. El peso del carro y la carga útil podrían, entonces, ser soportado por los cables 3 bajo tensión.

Los cables podrían ser movidos mediante actuadores lineales más bien que motores rotacionales y/o cabrestantes. Los cabrestantes podrían proveerse directamente sobre árboles de accionamiento del motor o podrían ser accionados por medio de cajas de engranajes.

En el ejemplo anterior, la rotación en guiñada es proporcionada por los accionadores por cable constituidos por los motores y los cabrestantes. Como alternativa, podría haber un sistema de accionamiento separado para el movimiento de guiñada. En un ejemplo, el trípode de actuadores lineales 8 podría estar montado sobre una plataforma intermedia la cual es llevada por el carro y se puede mover en guiñada con respecto al resto del carro mediante un accionador de guiñada dedicado (por ejemplo, un motor eléctrico). En otro ejemplo, el accionador de guiñada dedicado podría proveerse entre los actuadores lineales y la carga útil.

El trípode de actuadores lineales 8 podría reemplazarse por otros mecanismos. En un ejemplo simple, podría haber un único actuador lineal soportando la carga útil sobre el carro, proporcionando un grado de libertad para el movimiento con un componente perpendicular a los movimientos proporcionados por el sistema de accionadores por cable. Podría haber dos de tales actuadores lineales proporcionando movimiento en dos de tales grados de libertad. El sistema de accionamiento para mover la carga útil con respecto al carro podría emplear medios distintos de actuadores lineales para accionar su movimiento, por ejemplo, un accionador rotacional dispuesto para actuar un pivote de la carga útil con respecto al carro.

El sistema de movimiento descrito anteriormente puede usarse como un simulador para vehículos, por ejemplo vehículos terrestres, barcos y aeronaves. La cabina podría, ventajosamente, ser adaptada según sea apropiado para el vehículo que está siendo simulado. Como alternativa, el sistema puede usarse: (i) para simulaciones de movimiento de deportes, por ejemplo, para simular esquí o ciclismo; o (ii) como una plataforma para cámara; o (iii)

en aplicaciones industriales por ejemplo, para mover artículos en una línea de producción, en un almacén o para mover contenedores en una terminal de contenedores; o (iv) generalmente como un robot industrial. En cada caso, la carga útil puede configurarse con herramientas operacionales tales como una herramienta de agarre, un dispositivo de unión magnético, una plataforma portante, una cámara, un taladro, una lámpara o una llave de tuerca.

- 5 A la vista de la descripción que antecede, será evidente a un experto en la técnica que diversas modificaciones pueden hacerse dentro del alcance de la invención. El alcance de la invención está definido por las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de movimiento que comprende:

un carro (1) dispuesto en un volumen de trabajo;

5 un sistema de movimiento primario que comprende una pluralidad de accionadores por cable dispuestos alrededor del volumen de trabajo, habiendo un cable flexible (3) que se extiende desde cada accionador por cable hasta el carro, por medio del cual se puede hacer que el carro se traslade en al menos dos grados de libertad con respecto a un bastidor de referencia, caracterizado por que

10 los cables están dispuestos de tal forma que hay una configuración del carro en la cual la menos uno de los cables está arrollado alrededor del carro en una primera dirección rotacional y al menos otro de los cables está arrollado alrededor del carro en una segunda dirección rotacional, por medio de lo cual se puede hacer que el carro rote al menos 90° mediante la operación de los accionadores por cable; y mediante:

15 una unidad de control (20), configurada para controlar el comportamiento del sistema de movimiento, que comprende un procesador y una memoria, almacenando la memoria un código de programa no transitorio el cual es ejecutable por el procesador para hacer que el procesador dirija la operación del sistema, y un código de entorno el cual define el entorno que está siendo simulado.

2. Un sistema de movimiento como el reivindicado en la reivindicación 1, en donde el eje alrededor del cual se puede hacer que el carro rote mediante los accionadores por cable es perpendicular a los dos grados de libertad en los cuales se puede hacer que el carro se traslade mediante los accionadores por cable.

20 3. Un sistema de movimiento como el reivindicado en la reivindicación 1 o 2, en donde en dicha configuración dicho uno de los cables y dicho otro de los cables están arrollados, cada uno, alrededor del carro al menos 90°.

4. Un sistema de movimiento como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde en esa configuración todos los cables están arrollados alrededor del carro al menos 90°.

25 5. Un sistema de movimiento como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende una base de apoyo (2) que soporta al carro, extendiéndose la base de apoyo según las direcciones en las cuales se puede hacer que el carro se traslade mediante el sistema de movimiento primario.

6. Un sistema de movimiento como el reivindicado en la reivindicación 5, en donde la base de apoyo es plana.

7. Un sistema de movimiento como el reivindicado en la reivindicación 5 o 6, en donde el carro está soportado sin contacto por la base de apoyo.

30 8. Un sistema de movimiento como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde hay cinco o más de los accionadores por cable.

9. Un sistema de movimiento como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el sistema de movimiento es un simulador de movimiento para simular el movimiento de un vehículo y la carga útil comprende una cabina de vehículo.

35 10. Un sistema de movimiento como el reivindicado en la reivindicación 9, en donde el sistema de movimiento primario proporciona movimiento de la cabina en guiñada.

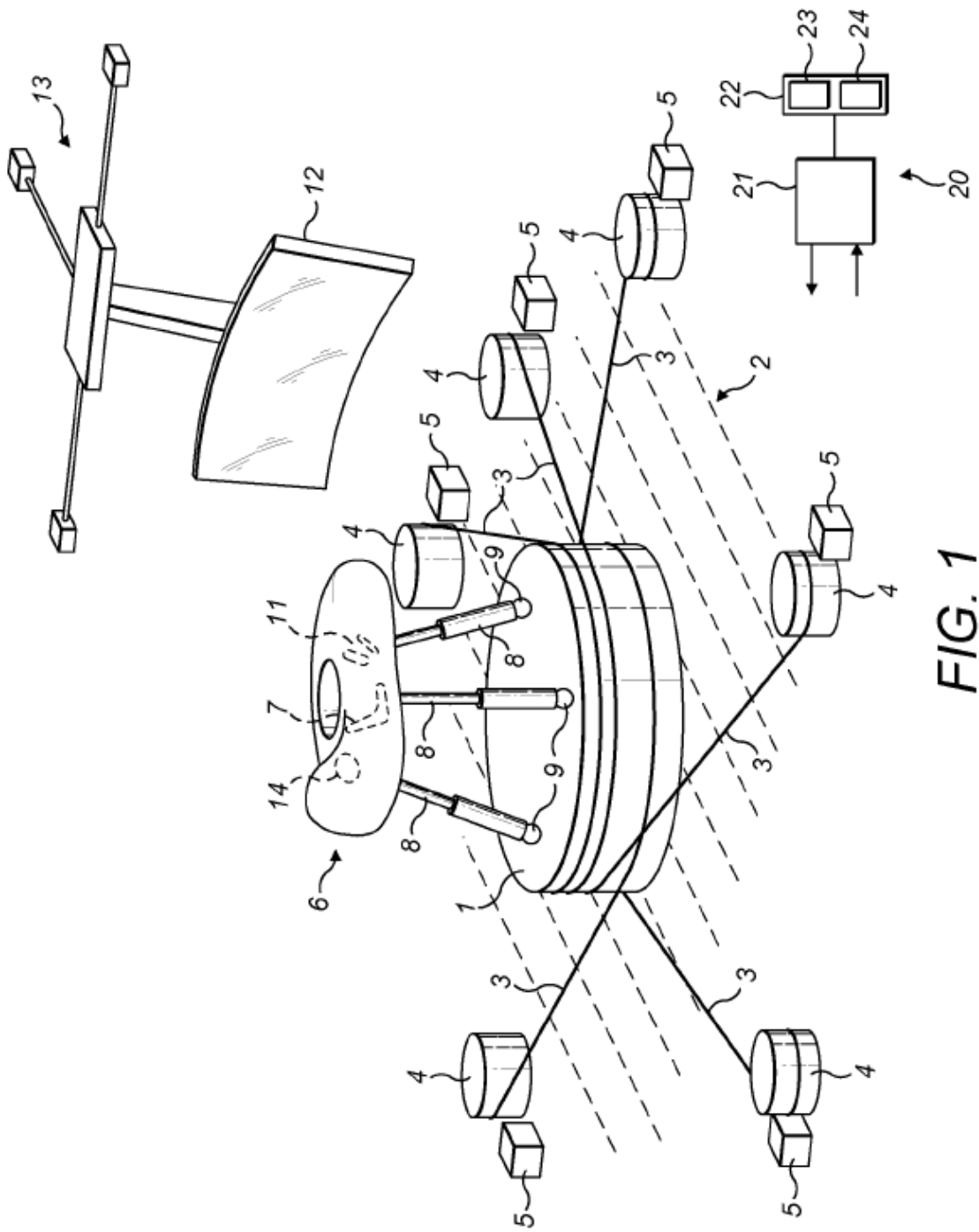
11. Un sistema de movimiento como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende un procesador de control configurado para coordinar la operación de los accionadores por cable para mantener los cables en tensión cuando el carro es movido.

40 12. Un sistema de movimiento como el reivindicado en cualquier reivindicación precedente, en donde cada accionador por cable comprende un carrete (4) alrededor del cual está arrollado el respectivo cable y un motor para accionar el carrete para que rote.

45 13. Un sistema de movimiento como el reivindicado en cualquier reivindicación precedente, que comprende, además, un sistema de movimiento secundario que se extiende entre el carro y una carga útil (6) para soportar la carga útil con respecto al carro, por medio del cual se puede hacer que la carga útil se mueva en uno o más grados de libertad adicionales con respecto al bastidor de referencia.

14. Un sistema de movimiento como el reivindicado en la reivindicación 13, que comprende, además, un mecanismo resiliente que actúa entre la carga útil y el carro para soportar parcialmente el peso de la carga útil.

50 15. Un método para simular el funcionamiento de un vehículo, comprendiendo el método operar un sistema de movimiento como el reivindicado en cualquier reivindicación precedente de acuerdo con el código de entorno almacenado y los datos de funcionamiento prealmacenados que definen el funcionamiento del vehículo.



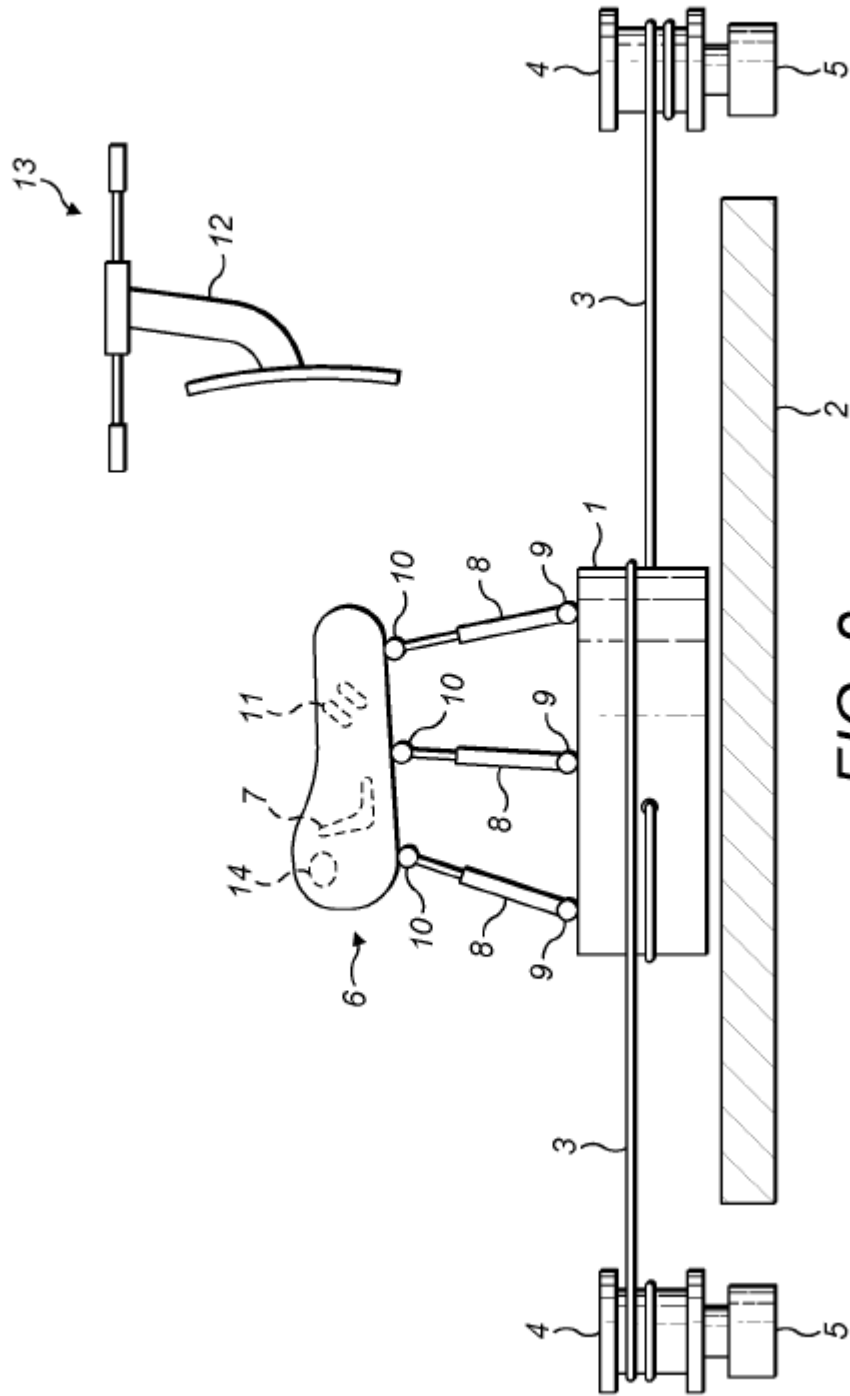


FIG. 2

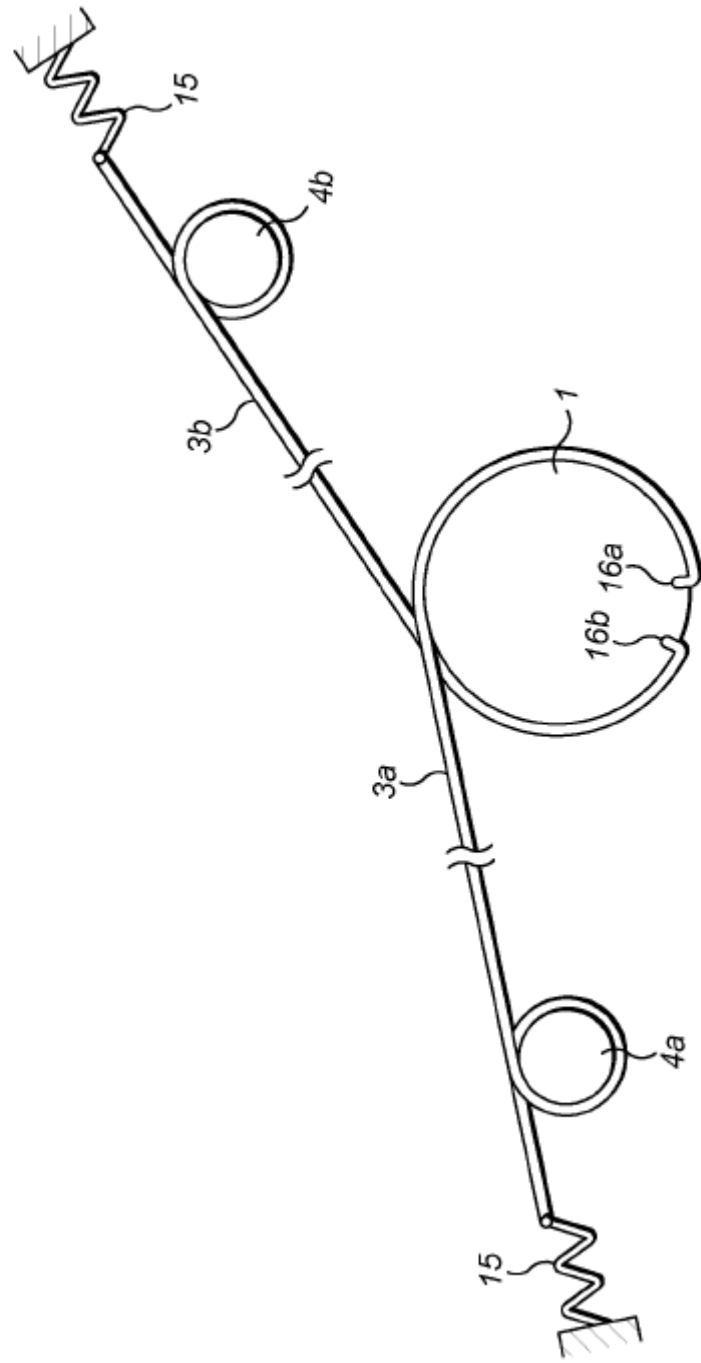


FIG. 3