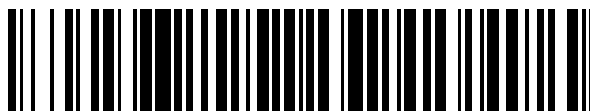


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 723 423**

51 Int. Cl.:

B66C 13/08 (2006.01)

B66C 13/06 (2006.01)

B66C 19/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.11.2015** **E 15382550 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.01.2019** **EP 3165493**

54 Título: **Aparato y método para posicionar y orientar una carga**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.08.2019

73 Titular/es:

**FUNDACIÓN TECNALIA RESEARCH &
INNOVATION (100.0%)
Parque Tecnológico de San Sebastián, Mikeletegi
Pasalekua, 2
20009 San Sebastián (Gipuzkoa), ES**

72 Inventor/es:

**RODRÍGUEZ MIJANGOS, MARÍA DE LA O;
BARADAT, CÉDRIC;
IZARD, JEAN-BAPTISTE;
MICHELIN, MICAËL;
YANG, HAI y
SALLÉ, DAMIEN**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 723 423 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

Aparato y método para posicionar y orientar una carga

5 Campo técnico

La presente invención se refiere al ámbito de los manipuladores, y más particularmente, manipuladores accionados por elementos tensores que comprenden una pluralidad de elementos de tracción alargados y flexibles, denominados de forma genérica en el presente documento como "elementos tensores".

10

Estado de la técnica

El manejo y el ensamblaje de componentes o máquinas grandes y pesadas son dos de las tareas más demandadas que tienen que llevarse a cabo en muchas industrias. Estas tareas no solo implican mover objetos de una posición a otra, el peso y el tamaño de los objetos que determinan la cantidad de potencia y espacio que es necesario para mover los mismos, sino también a menudo se requiere un posicionamiento relativamente preciso de los objetos en un lugar o una ubicación en particular.

15

La correcta colocación de un objeto implica tanto la posición espacial como la orientación, es decir, la posición angular. Esto significa que tienen que considerarse tres coordenadas geométricas diferentes y tres ángulos diferentes, de modo que se dice que el sistema se caracteriza por seis grados de libertad (6-DOF). Debido a las características físicas de los a menudo muy grandes y pesados objetos a manipular, a menudo se requieren sustanciales cantidades de habilidades técnicas y destreza para el correcto ajuste de las seis variables.

20

Así pues, tienen que tratarse al menos dos diferentes problemas en el contexto del manejo y ensamblaje: la potencia o fuerza requerida para levantar y mover objetos grandes y pesados y el tacto requerido para rotar y posicionar de forma precisa los objetos para, por ejemplo, posicionar los mismos correctamente en relación con otros objetos o estructuras presentes en el espacio de trabajo. La importancia de suficiente capacidad de izado y adecuado posicionamiento es clara en el caso de, por ejemplo, el transporte y ensamblaje de turbinas eólicas, aviones, máquinas-herramientas, estructuras pesadas para edificios, equipo pesado, entre otros.

25

30

Se han hecho muchos intentos para diseñar y producir manipuladores capaces de manipular cargas pesadas. Algunas de las capacidades necesarias que deben presentar son, entre otros, control en los seis grados de libertad, ajustes precisos en posición espacial y angular, vaivén reducido durante el movimiento de la carga, utilización eficiente del espacio de trabajo, peso y dimensiones de la carga máximos soportados, etc.

35

La patente de Estados Unidos N.º 3081884 da a conocer una grúa que comprende un mecanismo dirigido a resolver el vaivén experimentado por una carga durante su manejo. Esta grúa supuestamente representa una mejora sobre conjuntos de la técnica anterior que pretenden ser ineficaces o complejos y costosos de producir. La grúa desvelada incorpora una carretilla móvil con el mecanismo anti-vaivén que comprende un conjunto de cuerdas que aguantan, de una manera suspendida, un miembro de elevación de carga con medios rotatorios.

40

La publicación de solicitud de patente internacional N.º WO 97/19888 A1 expone otra grúa que supuestamente restringe el vaivén de la carga durante las operaciones de izado. La grúa incluye seis cables de enhebrado que suspenden una estructura de soporte inferior de una estructura de soporte superior en la que puntos de sujeción en cada una de las dos estructuras se disponen en una geometría trapezoidal. La particular geometría de los puntos de sujeción puede restringir los movimientos de vaivén y pueden ajustarse la posición y altitud de la estructura de soporte inferior controlando la longitud de cada uno de los seis cables de enhebrado.

45

Un aparato de manejo de carga en los seis grados de libertad se desvela en la patente de Estados Unidos N.º 4883184. El aparato, adecuado para usar en grúas torre o de brazo diagonal, comprende un carro de sujeción que incluye un cabrestante de toma única que ajusta las longitudes de todos los seis cables fijados al mismo; una plataforma de elevación se suspende del carro por medio de los seis cables que se aseguran a un armazón de sujeción en una disposición equidistante y coplanaria configurada para ajustar un desequilibrio de carga en el plano horizontal. Los ajustes angulares de la carga para los seis grados de libertad se realizan por un medio de rotación incluido debajo de la plataforma de elevación.

50

55

Un robot capaz de manejar una carga en los seis grados de libertad se desvela en la patente de Estados Unidos N.º 5585707. El robot comprende al menos seis carretes y elementos tensores fijados a una plataforma manipulada y a diversos puntos de anclaje en diversas ubicaciones del espacio de trabajo. Algunos puntos de anclaje se ubican a una altura mayor que la plataforma y algunos otros a una altura menor que la plataforma, de tal forma que la plataforma se suspende mediante elementos tensores desde arriba y abajo. La plataforma se mueve y rota debido a los elementos tensores que soportan la misma, que se controlan mediante un ordenador que controla los medios de transmisión para extender o retraer los elementos tensores individualmente.

60

65

Un manipulador reconfigurable modular que incluye una estructura de soporte de cabrestante con una pluralidad de

cabrestantes fijados e independientemente controlados se desvela en la patente de Estados Unidos N.º 6566834. Un soporte del manipulador se suspende mediante cables que se extienden desde los cabrestantes que, por medio de sus servo ejes, enrollan y desenrollan los cables para posicionar el soporte en una ubicación seleccionada. Son posibles diversas configuraciones del manipulador dependiendo del número de cables a usar: seis, siete o nueve, estableciéndose el número de cables basándose en a las características físicas de la plataforma manipulada. Incluso aunque una configuración de seis cables puede lograr control en los seis grados de libertad, únicamente puede proporcionarse estabilidad rotacional limitada.

La patente de Estados Unidos N.º 4666362 se dirige a un manipulador de enlace paralelo que comprende una base sobre la que se montan un extremo de una columna central y una pluralidad de cables y el otro extremo de la columna y cables se conectan juntos directa o indirectamente. Las bobinas eléctricas o hidráulicas situadas en la base del manipulador varían las tensiones en los cables mediante el ajuste de sus longitudes y, por lo tanto, generan una compresión en la columna central. La fuerza compresiva generada empuja la columna provocando que el manipulador se mueva.

La solicitud de Estados Unidos N.º 2013238135 divulga un sistema de control proporcionado para un grupo de cabrestantes en un sistema. Cada cabrestante motorizado en el sistema puede tener un tablero de control que puede procesar y generar comandos de control para la operación del cabrestante. El tablero de control puede recibir entradas de un sistema de control de automatización y/o los otros tableros de control que se utilizarán en la generación de los comandos de control para el cabrestante.

La patente de Estados Unidos N.º 3801070 enseña un sistema de izado que incluye medios elevados que tienen puntos de contacto separados, medios de soporte dispuestos debajo de los medios elevados, que tienen puntos de contacto dispuestos de manera similar, medios de cable que interconectan operativamente los puntos de contacto para transportar los medios de transporte por debajo de los medios elevados, medios para variar la longitud efectiva de los medios de cable dispuestos en un punto de contacto seleccionado, estando asegurado un extremo de los medios de cable de manera fija a un punto de contacto seleccionado y estando conectado su extremo opuesto operativamente a los medios de variación de la longitud del cable, por lo que al operar los medios de variación de longitud del cable la longitud efectiva de los medios de cable se variará por consiguiente para variar el desplazamiento vertical de los medios de transporte con respecto a los medios elevados.

La patente japonesa N.º 3031548 divulga un dispositivo de ajuste de posición de accesorio de izado de contenedores para una grúa de manejo de contenedores, que puede ajustar simplemente la posición en la dirección de funcionamiento de un accesorio de izado de contenedores para una grúa de manejo de contenedores, y también puede regular el balanceo de un contenedor en su dirección de funcionamiento cuando es transportado. Se proporcionan cuerdas auxiliares y un mecanismo de ajuste de posición de accesorio de izado, los primeros están dispuestos para un espacio desde un armazón de carretilla hasta un accesorio de izado de contenedores para posicionarse dentro de una superficie dirigida verticalmente paralela a la dirección de funcionamiento de una grúa de manipulación de contenedores de tal manera que se accione por un tambor del elevador, y este último puede ajustar la posición en la dirección de funcionamiento del accesorio de izado con la posición ajustada en la dirección de funcionamiento de los cables auxiliares y no hay necesidad de ajustar la posición en la dirección de funcionamiento de la grúa, de modo que la posición en la dirección de funcionamiento del accesorio de izado de contenedores se puede ajustar de ese modo de manera precisa y rápida.

El documento EP2896589 (A1) enseña un método para compensar movimientos y/o variaciones de fuerza de una carga, en particular de una carga suspendida de una estructura en movimiento, más en particular una carga suspendida de un barco flotante, que comprende las etapas de: conectar un primer cable de izado y un segundo cable de izado con la carga en paralelo; suspender la carga de los cables de izado primero y segundo, en donde el primer cable de izado ejerce una primera fuerza de elevación sobre la carga que incluye una fuerza de resorte, y en donde el segundo cable de izado ejerce una segunda fuerza de elevación sobre la carga; en donde el método comprende la etapa de controlar una posición y/o movimiento de la carga compensando, en particular reduciendo, al menos parte de la fuerza del resorte ajustando la segunda fuerza de elevación y/o una longitud del segundo cable de izado. También se proporciona un aparato para realizar el método.

La patente de Estados Unidos N.º 6439407 (B1) divulga un sistema que puede tanto adaptarse a los mecanismos de elevación de un solo punto existentes como restringir una carga izada en los seis grados de libertad, incluye un punto de suspensión, un conjunto, un elemento de líneas de tensión lateral y un sistema de control. El conjunto incluye una primera y una segunda plataforma conectadas por una pluralidad de cables de control que pueden controlar con precisión la posición, la velocidad y la fuerza de un elemento izado en seis grados de libertad. La posición o la tensión de las líneas de control se pueden controlar manualmente, automáticamente por ordenador, o en varias combinaciones de control manual y automático. Las ventajas asociadas con el sistema incluyen no solo la capacidad de controlar la posición, la velocidad y la fuerza de la carga, la herramienta y/o el equipo adjuntos en seis grados de libertad utilizando la retroalimentación de posición y tensión, sino su fácil adaptación a los mecanismos de elevación de un solo punto existentes y un peso relativamente ligero, y su flexibilidad, facilidad y precisión de operación.

Finalmente, la patente de Estados Unidos 7267240 B2 divulga un método para mantener una posición de una carga

en una transmisión de elevación, en la que se determina una posición de una carga, que es suspendida desde una carretilla de una transmisión de elevación a través de al menos cuatro cables, y se contrarresta una moción balanceo de la carga mediante el ajuste de la longitud de al menos uno de los cables.

- 5 Sería altamente conveniente, para industrias donde durante el curso de sus actividades necesitan mover o rotar objetos grandes y/o pesados, tener un sistema o equipo que soporta mover, posicionar y orientar la carga de una manera segura, controlada y precisa y que puede ser fácilmente operado en modos de operación automático, semiautomático o manual.

10 **Descripción de la invención**

Para evitar los problemas indicados en la sección anterior, la invención proporciona un aparato y un método para posicionar y orientar una carga, especialmente una carga útil pesada, que usa un sistema de al menos 6 elementos tensores para estabilizar o amortiguar las oscilaciones de tal carga al proporcionar una actuación independiente y sincrónica sobre los diferentes elementos del aparato, comprendiendo también el aparato un mecanismo de elevación del cual se suspende la carga; el aparato controla que el mecanismo de elevación soporta al menos el 51 % del peso de la carga. El aparato proporciona control en el posicionamiento y moción de la carga en todos los seis grados de libertad a través de un amplio espacio de trabajo. Eso significa ajustes precisos en la posición espacial y angular y vaivén reducido durante el movimiento de la carga.

20 Un primer aspecto de la presente invención se refiere a un aparato para posicionar y orientar una carga, comprendiendo el aparato:

- una estructura de soporte móvil en una primera dirección (por ejemplo, una dirección X), la estructura de soporte establece un área dentro de la cual la carga puede posicionarse y orientarse;
- un sistema de elementos tensores que comprende:
 - al menos seis cabrestantes montados en la estructura de soporte; y
 - al menos seis elementos tensores, estando un primer extremo de cada uno de los al menos seis elementos tensores conectado a un respectivo uno de los al menos seis cabrestantes.

El aparato comprende además:

- un mecanismo de elevación montados en la estructura de soporte y móvil en una segunda dirección (por ejemplo, una dirección Y) que es perpendicular a la primera dirección, comprendiendo el mecanismo de elevación un elemento tensor adicional;
- medios de sujeción en donde la carga se fija para suspenderse desde arriba, estando los medios de sujeción conectados a un segundo extremo de cada uno de los al menos seis elementos tensores y a un extremo libre del elemento tensor adicional; y,
- un módulo de control que es capaz de funcionar de forma sincrónica e independiente:
 - sobre los al menos seis cabrestantes para ajustar la longitud libre de y/o tensión soportada por el elemento tensor conectado al respectivo cabrestante,
 - sobre la estructura de soporte para controlar su movimiento en la primera dirección, y
 - sobre el mecanismo de elevación para controlar su movimiento en la segunda dirección y sobre el mecanismo de elevación para ajustar la longitud libre de y/o tensión soportada por el elemento tensor adicional conectado al mecanismo de elevación;

50 en el que el módulo de control se configura para trasladar una instrucción respecto a la orientación y/o posición de la carga en una actuación sobre los al menos seis cabrestantes, sobre el mecanismo de elevación y sobre la estructura de soporte, de tal forma que al menos el 51 % de la carga se sustenta mediante el mecanismo de elevación y la carga se suspende de una manera sustancialmente vertical.

Es decir, el aparato de la invención proporciona control individual para cada uno de los elementos del sistema. Un aparato de acuerdo con este aspecto de la invención proporciona control de una carga en los seis grados de libertad, sin balanceo a través de amplios espacios de trabajo.

El aparato de la invención que incluye un mecanismo de elevación es ventajoso porque, ya que al menos el 51 % del peso de la carga se sustenta mediante el mecanismo de elevación, el sistema de elementos tensores puede usarse principalmente para posicionar y girar la carga en lugar de sustentar la misma. Ya que solo una fracción del peso se aguanta mediante el sistema de elementos tensores, los elementos tensores se romperán con menos frecuencia o pueden usarse elementos tensores sin mucha fuerza tensil, resultando en una solución rentable. Al transferir una parte variable de la carga desde el sistema de elevación al sistema de elementos tensores, la rigidez general del sistema de elementos tensores con 6 grados de libertad también se modula en función de la tarea a llevarse a cabo.

65 El movimiento del mecanismo de elevación y el movimiento de los cabrestantes se controlan de forma sincrónica e individual mediante el módulo de control. Una vez que la carga se suspende del elemento tensor adicional del

mecanismo de elevación, este elemento tensor adicional se mantiene en una posición sustancialmente vertical y sustenta al menos el 51 % de la carga.

5 Además, el control apropiado de las longitudes de cable permite posicionar y orientar la carga como se desee o describir cualquier trayectoria prescrita dentro del espacio de trabajo viable. Las tensiones de elemento tensor también pueden ajustarse para equilibrar o generar fuerzas apropiadas y momentos entre la carga y el soporte base.

10 En algunas de las realizaciones de la invención, más del 80 % y menos del 100 % del peso de la carga se sustenta mediante el mecanismo de elevación. En algunas de estas realizaciones, el mecanismo de elevación sostiene más del 90 % del peso de la carga.

15 En algunas realizaciones, el sistema de elementos tensores es el maestro y el mecanismo de elevación y la estructura de soporte "le siguen"; es decir, el módulo de control se configura para trasladar primero una instrucción respecto a la orientación y/o posición de la carga en una actuación sobre los uno o más de los elementos del sistema de elementos tensores y a continuación el mecanismo de elevación y la estructura de soporte se accionan. Por favor obsérvese que la instrucción sobre la estructura de soporte puede incluir una instrucción de no moverse. Esta configuración es ventajosa ya que la actuación sobre el sistema de elementos tensores proporciona control de las traslaciones en la segunda dirección (Y) y en una tercera dirección (Z) que es perpendicular a la primera y segunda direcciones y control también de las tres rotaciones (guiñada, cabeceo y balanceo) y a continuación actuación posterior sobre el mecanismo de elevación proporciona control para liberar al sistema de elementos tensores de al menos el 51 % o más del peso de la carga. En estas realizaciones el mecanismo de elevación puede ser un sistema de compensación por gravedad, es decir, un elemento pasivo.

25 En algunas otras realizaciones, el mecanismo de elevación es el maestro y el sistema de elementos tensores y la estructura de soporte "le siguen". En estas realizaciones, el módulo de control se configura para trasladar primero una instrucción respecto a la orientación y/o posición de la carga en una actuación sobre el mecanismo de elevación y a continuación en una actuación sobre uno o más de los elementos del sistema de elementos tensores y en un accionamiento sobre la estructura de soporte. Por favor obsérvese que la instrucción sobre la estructura de soporte puede incluir una instrucción de no moverse. En estas realizaciones el equipo de elevación puede ser un elevador o cualquier tipo de cabrestante con un motor en el mismo y también podría ser un equilibrador de peso, un sistema de contrapesos o un pantógrafo.

30 El mecanismo de elevación puede comprender componentes o maquinaria que es bien conocida en la técnica para aguantar y resistir grandes fuerzas o tensiones, tal como la fuerza generada por el peso de una carga pesada. Cuando el aparato se usa, el mecanismo de elevación se concibe para fijarse a al menos un punto de sujeción de la carga.

35 El módulo de control también proporciona control estable de movimientos y rotaciones de la carga; de esta manera, las mociones de vaivén o balanceo se amortiguan o reducen. Tales movimientos de vaivén pueden deberse a, por ejemplo, un centro desplazado de la masa de la carga que provoca un momento de fuerza o torsión sobre la carga, movimientos demasiado abruptos sobre la carga que generan vibraciones o movimientos pendulares y la presencia de viento.

40 Cada uno de los al menos seis cabrestantes del sistema de elementos tensores, que preferentemente se distribuyen en pares, se monta en la estructura de soporte del aparato, de este modo posicionados a una altura a una altura mayor que la altura de la carga cuando el aparato está en uso.

Cada uno de los cabrestantes del sistema de elementos tensores preferentemente comprende un sensor de tensión y/o longitud.

45 50 La inclusión de sensores en los cabrestantes para medir la tensión que experimenta un elemento tensor o la longitud que es enrollado un elemento tensor en el tambor del cabrestante puede ser particularmente útil para el control y supervisión del sistema de elementos tensores. En algunas realizaciones de la invención, los datos generados por los sensores se suministran al software y algoritmos del sistema para, por ejemplo, permitir o denegar acciones particulares, emitir un aviso o alerta, actuar sobre los servomotores de los cabrestantes o mecanismo de elevación para realizar acciones particulares, entre otras.

55 En algunas realizaciones de la invención, cada uno de los cabrestantes se fija directamente a la estructura de soporte. En algunas otras realizaciones de la invención, cada uno de los cabrestantes del sistema de elementos tensores se fija indirectamente a la estructura de soporte, en cuyo caso cada uno de los cabrestantes se fija a un soporte asegurado a la estructura de soporte del aparato. En algunas de estas realizaciones, el uno o más soportes son ajustables en posición por medio de, por ejemplo, cilindros hidráulicos, pantógrafos o mecanismos de tijera. En algunas otras realizaciones, el uno o más soportes pueden fijarse sin medios para ajustar su posición.

60 65 Tras la recepción de la correspondiente instrucción del módulo de control, cada uno de los al menos seis cabrestantes puede ajustar la tensión de los elementos tensores o la longitud libre de los elementos tensores, es decir, la longitud de los elementos tensores entre el cabrestante y el punto de sujeción del elemento tensor a la carga, que se conecta

al mismo enrollando o desenrollando una porción del elemento tensor, por lo tanto la longitud libre de cada uno de los al menos seis elementos tensores se puede modificar independientemente por el respectivo cabrestante.

5 En realizaciones preferidas los medios de sujeción se disponen espacialmente, cuando se fijan a la carga, de tal forma que los al menos seis elementos tensores se entrecruzan, eso es una proyección sobre un plano definido mediante la primera y segunda direcciones de cada uno de los al menos seis elementos tensores se cruza con otra de las proyecciones de los al menos seis elementos tensores.

10 En realizaciones preferidas el aparato de la invención comprende además un miembro de sujeción tridimensional, que es fijado a los medios de sujeción, que se distribuyen sobre el miembro de sujeción en planos paralelos.

15 En otras realizaciones de la invención el aparato también comprende además un miembro de sujeción bidimensional (tales como plataforma móvil, o una plataforma de trabajo), que a su vez comprende los medios de sujeción, que se distribuyen sobre el miembro de sujeción en un mismo plano.

20 En estas realizaciones un objeto (que ha de moverse, posicionarse y/u orientarse) puede suspenderse del miembro de sujeción mediante medios de succión o medios magnéticos o algún otro equipo de amarre adecuado. La configuración de estas realizaciones puede ser adecuada en aquellos casos en los que puede ser complejo disponer de puntos de sujeción en el objeto o para simplificar las operaciones de izado cuando los elementos tensores no tienen que desengancharse y engancharse de nuevo cada vez que se manipula una nueva carga.

25 En aras de la claridad, en estas realizaciones la carga que se puede posicionar y orientar con el aparato de la invención incluye cualquier cosa que cuelgue de los medios de sujeción, es decir, el objeto a moverse y el miembro de sujeción. En algunas realizaciones, la instrucción respecto a la orientación y/o posición de la carga es dada por una trayectoria preestablecida; es decir, el aparato se controla automáticamente mediante la ejecución de trayectorias anteriormente programadas.

30 O el aparato de la invención puede controlarse a través de un dispositivo de radio control, tales como un sistema mecánico o eléctrico que acepta la entrada externa de instrucciones, por ejemplo, un control remoto; en este caso, la instrucción respecto a la orientación y/o posición de la carga es dada mediante las órdenes proporcionadas por tal dispositivo de radio control.

35 En algunas realizaciones de la invención cada uno de los cabrestantes del sistema de elementos tensores se conecta a un servomotor. Los servomotores se configuran para actuar sobre los cabrestantes para ajustar la tensión o la longitud libre de los elementos tensores de modo que cuando los servomotores se manipulan, los elementos tensores del sistema de elementos tensores tendrán su tensión o longitud libre modificada resultando en un movimiento o rotación de la carga. Además, los servomotores pueden ventajosamente soportar la entrada externa de instrucciones permitiendo que las operaciones se realicen a través de control remoto y/o automáticamente mediante la ejecución de trayectorias anteriormente programadas. En el último caso, no es necesaria la intervención de un operador.

40 Tal soporte de entrada externa también puede permitir el uso de software y algoritmos especialmente programados para el control de un aparato de acuerdo con otro aspecto de la invención. El software y/o algoritmos pueden incluir la lógica necesaria para simplificar la manipulación del aparato y evitar la colisión e interferencia de elementos tensores.

45 En la presente invención todos los cabrestantes se ubican por encima de su espacio de trabajo, siendo usada la gravedad para mantener los cables tensores; esta configuración se denomina configuración tipo grúa. Ningún cable embarulla la parte inferior del espacio de trabajo para evitar colisiones de cable.

50 Como alternativa, en algunas realizaciones de la invención los medios de sujeción se ubican en un respectivo segundo extremo de los al menos seis elementos tensores y en el extremo libre del elemento tensor adicional. En estas realizaciones los medios de sujeción pueden comprender pernos de argolla, armellas giratorias y/o ganchos de seguridad, y el objeto (que ha de moverse, posicionarse y/u orientarse) se fija directamente a los medios de sujeción; es decir, la carga únicamente comprende el objeto a moverse.

55 Cuando el aparato se usa, los medios de sujeción se fijan a uno de una pluralidad de puntos de sujeción dispuestos en la carga (incluyendo el objeto a moverse y en algunas realizaciones el miembro de sujeción) que el aparato ha de manipular y orientar.

60 El módulo de control adicionalmente puede configurarse para definir (o establecer) una pluralidad de puntos de sujeción en la carga que el aparato ha de manipular.

65 La pluralidad de puntos de sujeción al menos incluye tantos puntos de sujeción como elementos tensores hay en el sistema de elementos tensores, de forma que el sistema de elementos tensores se puede fijar a la carga o miembro de sujeción en un punto de sujeción al que no se fija ningún otro elemento tensor del sistema de elementos tensores. Además de la pluralidad de puntos de sujeción, la carga a ser manipulada por el aparato incluye al menos un punto de sujeción adicional usado por el mecanismo de elevación. Por lo tanto, la carga comprende tantos puntos de sujeción

como elementos tensores hay en el sistema de elementos tensores más tantos puntos de sujeción como requiera el mecanismo de elevación.

En algunas realizaciones de la invención el sistema de elementos tensores del aparato comprende:

- 5
- al menos ocho cabrestantes; y
 - al menos ocho elementos tensores, estando cada uno de los al menos ocho elementos tensores conectados a un respectivo uno de los al menos ocho cabrestantes.

10 En tales realizaciones, la operación del aparato puede resultar más simple y más directa puesto que los ocho cabrestantes pueden fijarse a la estructura de soporte, directamente o indirectamente, en una disposición simétrica tal como para formar, por ejemplo, una geometría rectangular. Las tareas de posicionamiento y orientación pueden resultar más simples para el personal a cargo cuando los elementos tensores y cabrestantes se disponen sustancialmente simétricos. También es conveniente para la manipulación de cargas que presentan geometrías similares a prismas rectangulares o cuadrados que tienen ocho esquinas o vértices bien definidos a los que los elementos tensores del sistema de elementos tensores pueden fijarse cuando el aparato está en uso, aunque en algunas otras realizaciones de la invención, cargas que presentan tales geometrías se posicionan y orientan con un sistema de elementos tensores que comprende seis elementos tensores y seis cabrestantes.

15

20 En algunas realizaciones de la invención, la estructura de soporte comprende una estructura móvil. En algunas de estas realizaciones, la estructura móvil es una carretilla o una barra movable. El mecanismo de elevación puede conectarse a la carretilla o barra movable de modo que el mecanismo puede moverse debido a la moción de la carretilla o barra movable. Además de la capacidad de posicionamiento del sistema de elementos tensores, la estructura móvil puede usarse también ventajosamente para mover y posicionar la carga, particularmente para mover la carga distancias relativamente largas, de modo que el sistema de elementos tensores realiza los ajustes de posición finales y precisos.

25

30 En algunas realizaciones de la invención, la estructura de soporte comprende una, dos o más barras. En algunas otras realizaciones, la estructura de soporte comprende una, dos o más vigas. En algunas realizaciones de la invención, la estructura de soporte puede configurarse para montarse en los railes de un sistema de grúa.

35 En algunas realizaciones el sistema de elementos tensores comprende al menos seis medios de guía de elementos tensores, cada uno de los al menos seis elementos tensores se encamina desde el respectivo cabrestante a un respectivo uno de los al menos seis medios de guía de elementos tensores y cada uno de los al menos seis medios de guía de elementos tensores se configura para guiar al respectivo elemento tensor hacia una respectiva dirección.

40 En algunas realizaciones de la invención, cada uno de los elementos tensores del sistema de elementos tensores se guía hacia la carga para manipularse directamente desde el respectivo cabrestante. En algunas otras realizaciones de la invención, el sistema de elementos tensores comprende tantos medios de guía de elementos tensores como elementos tensores en el sistema y cada uno de los elementos tensores se encamina desde el respectivo cabrestante a uno de los medios de guiado de elemento tensor que, a su vez, guía el elemento tensor hacia la carga. El uso de medios de guía de elementos tensores puede ser ventajoso para evitar que elementos tensores interfieran o colisionen con partes del aparato, por ejemplo con la estructura de soporte, o también con otros elementos tensores. En algunas realizaciones, los medios de guía de elementos tensores se fijan a los cabrestantes. En algunas otras realizaciones, los medios de guía de elementos tensores se fijan a la estructura de soporte o a una o más estructuras adicionales que se aseguran a la estructura de soporte.

45

50 El sistema de elementos tensores de acuerdo con un aspecto de la invención no se limita a cabrestantes y, por lo tanto, pueden usarse en su lugar otras herramientas o instrumentos similares conocidos en la técnica como, por ejemplo, molinetes.

Otro aspecto de la invención se refiere un método para posicionar y orientar una carga, que comprende:

- 55
- fijar la carga a medios de sujeción de un aparato para posicionar y orientar una carga, comprendiendo el aparato una estructura de soporte y un sistema de elementos tensores y un mecanismo de elevación montados en la estructura de soporte; estando los medios de sujeción conectados a al menos seis elementos tensores del sistema de elementos tensores, estando cada uno de los al menos seis elementos tensores conectados a un respectivo uno de al menos seis cabrestantes del sistema de elementos tensores y al mecanismo de elevación;
 - suspender la carga de un extremo libre de un elemento tensor adicional del mecanismo de elevación;
 - trasladar una instrucción respecto a la orientación y/o la posición de la carga en una actuación sobre los al menos seis cabrestantes, sobre el mecanismo de elevación y sobre la estructura de soporte de tal forma que al menos el 51 % de la carga se sustenta mediante el mecanismo de elevación y la carga se suspende de una manera sustancialmente vertical al funcionar de forma sincrónica e independiente:
- 60
- sobre los al menos seis cabrestantes para ajustar la longitud libre de y/o tensión soportada por el elemento tensor conectado al respectivo cabrestante, y
 - sobre la estructura de soporte para controlar su movimiento en la primera dirección, y;
- 65

- sobre el mecanismo de elevación para controlar su movimiento en la segunda dirección y sobre el mecanismo de elevación para ajustar la longitud libre de y/o tensión soportada por el elemento tensor adicional conectado al mecanismo de elevación, proporcionando control de la carga en los seis grados de libertad.

5 En algunas de las realizaciones de la invención, más del 80 % y menos del 100 % del peso de la carga se sustenta mediante el mecanismo de elevación. En algunas realizaciones, el mecanismo de elevación sostiene más del 90 % del peso de la carga.

10 En una realización preferida los al menos seis elementos tensores se fijan a la carga o miembro de sujeción en una configuración de elemento tensor cruzado, lo que implica que una proyección sobre un plano definido mediante la primera y segunda direcciones de cada uno de los al menos seis elementos tensores se cruza con otra de las proyecciones de los al menos seis elementos tensores.

Esta configuración de elementos tensores entrecruzados se logra como sigue:

15 - establecer la primera y segunda áreas en la carga o miembro de sujeción, la primera y segunda áreas siendo, respectivamente, una de:

- superficies superior e inferior de la carga o miembro de sujeción, antes de la manipulación de la carga cuando la carga está en una superficie de soporte; y

20 - áreas interior y exterior de una superficie superior o una superficie inferior de la carga o miembro de sujeción, antes de la manipulación de la carga cuando la carga es en una superficie de soporte;

- establecer una pluralidad de puntos de sujeción en la carga para fijar el sistema de elementos tensores incluyendo un primer subconjunto de al menos dos puntos de sujeción en la primera área y un segundo subconjunto de al menos dos puntos de sujeción en la segunda área;

25 - fijar los al menos seis elementos tensores a los puntos de sujeción de la carga o miembro de sujeción como sigue:

(a) fijar un primer elemento tensor del sistema de elementos tensores a un punto seleccionado del primer subconjunto de puntos de sujeción, en el que una distancia entre un punto de guiado y un punto seleccionado del primer subconjunto es mayor que al menos otra distancia entre el respectivo punto de guiado y un punto del primer subconjunto diferente del punto seleccionado;

30 (b) fijar un elemento tensor del sistema de elementos tensores no fijado todavía a la carga y tener el respectivo punto de guiado más cercano al punto de guiado para el elemento tensor fijado anteriormente a un punto seleccionado de un subconjunto alternativo al subconjunto al cual pertenece el punto de sujeción para el elemento tensor fijado previo; en el que el punto seleccionado no es un punto del respectivo subconjunto que es el más cercano al punto de sujeción para el elemento tensor fijado previo; el punto seleccionado no es el punto de sujeción para ningún otro elemento tensor ya fijado a la carga; y una distancia entre el respectivo punto de guiado y el punto seleccionado es mayor que al menos otra distancia entre el respectivo punto de guiado y un punto del mismo subconjunto diferente del punto seleccionado; y

40 (c) repetir la etapa (b) hasta que los al menos seis elementos tensores del sistema de elementos tensores se fijan a un punto de sujeción del primer o segundo subconjunto.

45 El método que comprende las etapas para fijar los elementos tensores a una carga o miembro de sujeción proporciona capacidades de posicionamiento y orientación de la carga a lo largo de un gran volumen del espacio de trabajo sin interferencia entre elementos tensores. En algunas de estas realizaciones, los elementos tensores se fijan a dos superficies de la carga de tal forma que los puntos de sujeción se encuentran en al menos dos planos disjuntos y no son coplanarias. En algunas otras realizaciones de la invención, los elementos tensores se fijan a una superficie de la carga o miembro de sujeción en una pluralidad de puntos de sujeción, la pluralidad que presenta al menos dos subconjuntos de puntos de sujeción: un al menos primer subconjunto en un área interior de la superficie y un al menos segundo subconjunto en un área exterior de la superficie. En algunas de estas realizaciones, el área interior de la superficie comprende el centro geométrico de la superficie y el área exterior rodea el área interior y comprende el perímetro de la superficie.

55 En algunas realizaciones de la invención, el sistema de elementos tensores comprende tantos medios de guía de elementos tensores como elementos tensores en el sistema de elementos tensores y cada uno de los al menos seis elementos tensores se guía hacia la carga desde respectivos medios de guiado, en el que cada uno de los elementos tensores se encamina desde su respectivo cabrestante a sus respectivos medios de guiado; un punto de guiado puede definirse para cada uno de los elementos tensores donde el elemento tensor deja los respectivos medios de guiado hacia la carga. En algunas de estas realizaciones de la invención, cada uno de los medios de guiado está en la proximidad de un cabrestante; en algunos casos, un medio de guiado puede estar ya incorporado al cabrestante. En algunas otras realizaciones, cada uno de los medios de guiado puede fijarse a la estructura de soporte directamente o indirectamente como, por ejemplo, fijarse a otras estructuras aseguradas a la estructura de soporte.

65 El uso de medios de guía de elementos tensores puede ser ventajoso para evitar colisiones entre elementos tensores y estructuras, plataformas o similares, incluyendo partes del aparato que corresponden a otro aspecto de la invención, por ejemplo la estructura de soporte de tal aparato. Además, puede ser útil evitar la colisión entre los elementos

tensores. Los medios de guía de elementos tensores también pueden reducir las fricciones sufridas por los elementos tensores durante la operación del aparato, particularmente mientras la carga se posiciona y rota. Algunos ejemplos de medios de guía de elementos tensores no limitantes son por ejemplo, garruchas o poleas.

- 5 El método preferentemente comprende además la etapa de primero accionar sobre el sistema de elementos tensores, es decir, la instrucción respecto a la orientación y/o posición de la carga se traslada primeramente en una actuación sobre los al menos seis cabrestantes y posteriormente sobre el mecanismo de elevación y sobre la estructura de soporte.
- 10 O el método puede comprender la etapa de primero accionar sobre el mecanismo de elevación, siempre que el mecanismo de elevación sea el maestro, para alargar a continuación y/o acortar una longitud del mecanismo de elevación o de un componente del mismo para mover la carga verticalmente, y a continuación sobre el sistema de elementos tensores y sobre la estructura de soporte.
- 15 El mecanismo de elevación puede enrollar o desenrollar parte del elemento tensor es decir, por ejemplo, enrollado alrededor de un tambor del mecanismo, y variar la altura o posición vertical de la carga fijado al mecanismo. En algunas realizaciones de la invención, los medios para cambiar la longitud libre pueden aceptarse para el control remoto del mismo, por ejemplo mediante un sistema mecánico o eléctrico que acepta la entrada externa de instrucciones. En otras realizaciones de la invención, los medios para cambiar la longitud libre se adaptan automáticamente mediante la ejecución de trayectorias anteriormente programadas.
- 20

En algunas realizaciones de la invención, la ubicación de los cabrestantes –y medios de guiado, si hay– del sistema de elementos tensores está a una altura mayor que la carga durante sus manipulaciones, que no solo es ventajoso para mantener los elementos tensores en tensión debido a parte del peso sostenido, sino también para mantener un gran volumen del espacio de trabajo libre de obstáculos. En algunas de estas realizaciones, un volumen del espacio de trabajo que está por debajo de la altura mínima de la carga, definido por el punto o los puntos de la carga que están a la altura más baja, puede estar prácticamente libre de elementos del aparato y, por lo tanto, casi no se producen interferencias con el aparato durante el posicionamiento y orientación de una carga. Por ejemplo, esto es particularmente ventajoso para apilar contenedores, o ensamblar un ala o una turbina de un avión cuando el único elemento presente en esa parte del espacio de trabajo es el fuselaje del avión.

25

30

Los diferentes aspectos y realizaciones de la invención definidos en lo anterior pueden combinarse entre sí, siempre que sean compatibles entre sí.

- 35 Ventajas y prestaciones adicionales de la invención serán evidentes a partir de la descripción detallada que sigue y se indicarán particularmente en las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

- 40 Para completar la descripción y para proporcionar una mejor comprensión de la invención, se proporciona un conjunto de dibujos. Dichos dibujos forman una parte integral de la descripción e ilustran una realización de la invención, que no debe entenderse como que restringe el alcance de la invención, sino solo como un ejemplo de cómo puede llevarse a cabo la invención. Los dibujos comprenden las siguientes figuras:

- 45 La Figura 1 es una vista en perspectiva esquemática de un manipulador accionado por elementos tensores de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención.
La Figura 2 es una vista en perspectiva esquemática de un manipulador accionado por elementos tensores de acuerdo con otra realización ilustrativa de la presente invención.
- 50 La Figura 3 es una vista en perspectiva esquemática de un manipulador accionado por elementos tensores de acuerdo con otra realización ilustrativa de la presente invención.
Las Figuras 4A y 4B muestran parcialmente, en vistas superior y en perspectiva, un método para fijar elementos tensores de un sistema de elementos tensores de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención similar a la Figura 3.
- 55 Las Figuras 5A y 5B muestran parcialmente, en vistas superior y en perspectiva, un método para fijar elementos tensores de un sistema de elementos tensores de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención similar a la Figura 2.
Las Figuras 6A y 6B muestran parcialmente, en vistas superior y en perspectiva, un método para fijar elementos tensores de un sistema de elementos tensores de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención similar a la Figura 1.
- 60

Descripción de una forma de llevar a cabo la invención

- La siguiente descripción no debe tomarse en un sentido limitante sino que se da solamente para el propósito de describir los principios generales de la invención. Realizaciones de la invención se describirán ahora a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos mencionados anteriormente mostrando elementos y resultados de acuerdo con la invención.
- 65

La Figura 1 muestra una vista en perspectiva de una primera realización a modo de ejemplo del manipulador accionado por elementos tensores de la invención. Una estructura de soporte 101a incluye dos barras dispuestas en paralelo, entre dos vigas, estando las dos vigas también dispuestas en paralelo y perpendicular a las barras. La estructura de soporte 101a se monta en la parte superior de un armazón de grúa (no mostrado en la Figura con propósitos de claridad); la estructura de soporte 101a está provista de capacidades de movimiento a lo largo de la dirección longitudinal, dirección X en la Figura 1, de las dos vigas.

Un mecanismo de elevación 102 se fija a una estructura móvil en la forma de una carretilla 114 y se conecta a la estructura de soporte 101a. La carretilla 114 se puede mover a lo largo de un eje longitudinal de las dos barras (dirección Y en la Figura 1) por medio de, por ejemplo, un mecanismo móvil que discurre a través de algunos railes pegados a las barras.

El aparato de la invención comprende además medios de sujeción en donde la carga se fija para suspender desde arriba.

En la realización mostrada en la Figura 1, el aparato comprende además una plataforma móvil 112 como miembro de sujeción que comprende los medios de sujeción. El cable 108 se fija a la plataforma móvil 112, que es a su vez directamente o indirectamente fijado a un objeto 110a, y también se conecta al mecanismo de elevación 102. En algunas otras realizaciones, este cable 108 puede ser una cadena, una cuerda o cualquier elemento alargado que presente una fuerza tensil suficiente para sostener el peso de la carga que se soporta mediante el mecanismo de elevación 102.

En este caso el objeto 110a se fija a la plataforma móvil 112 por medio de un soporte intermedio 113 ubicado entre el objeto 110a y la plataforma móvil 112. Los ocho elementos tensores 103 del sistema de elementos tensores se fijan a los ocho puntos de sujeción de la plataforma móvil 112, que en este caso son los vértices –o posiciones relativamente cerca a los vértices– de la plataforma móvil; el objeto 110a por lo tanto puede moverse y rotarse siguiendo las mociones de la plataforma móvil 112. El uso de una plataforma móvil 112 o cualquier otro miembro de sujeción es ventajoso cuando difícil disponer puntos de sujeción en el objeto debido a, por ejemplo, superficies frágiles o irregulares. Esta plataforma móvil 112 o miembro de sujeción también puede reducir el tiempo que lleva cambiar de un objeto a otro ya que los elementos tensores pueden estar fijados ya al miembro de sujeción, que evita desenganchar elementos tensores de un objeto y fijar los mismo a otro objeto.

Aunque no mostrado, también es posible que la invención, el objeto 110a se conecte directamente al miembro de sujeción.

En la realización de la Figura 1, el mecanismo de elevación 102 comprende un elevador que se configura para enrollar y desenrollar el cable 108 en un tambor del elevador. Al enrollar y desenrollar una longitud libre del cable 108, es decir, la longitud entre el punto donde cable 108 se fija a la plataforma móvil 112 y el elevador, el objeto 110a se mueve a lo largo del eje longitudinal del cable 108, que corresponde a una dirección vertical (Dirección Z en la Figura 1). Por lo tanto, en tal caso, el objeto 110a se mueve verticalmente, es decir se varía su altura.

El aparato de la invención comprende además un sistema de elementos tensores que comprende ocho elementos tensores 103, estando cada uno de los ocho elementos tensores 103 conectado a uno de los ocho cabrestantes 104. Como se explicará a continuación, cada uno de los cabrestantes se controla individualmente mediante un módulo de control para regular las longitudes y/o tensiones de los elementos tensores por medio de control de realimentación; es decir, todos los elementos tensores se pueden accionar independientemente.

En las realizaciones preferidas, los cabrestantes 104 incluyen sensores, es decir, comprenden sensores que miden la tensión o longitud libre en los elementos tensores o la longitud entre un cabrestante y el segundo extremo, por ejemplo.

Los elementos tensores 103 se encaminan desde los respectivos cabrestantes 104 a los respectivos medios de guiado 105 y desde los medios de guiado 105 se guían hacia la carga, es decir, hacia la plataforma móvil 112, que aguanta el objeto 110a con el soporte intermedio 113. En la realización del aparato mostrado en la Figura 1 cada pares de cabrestantes 104 con sus respectivos pares de medios de guiado 105 se fijan a un respectivo panel 106, que se asegura a las vigas de la estructura de soporte 101a. También es posible que los paneles se aseguren a las barras u otras partes de la estructura de soporte. Aunque puede ser preferible disponer los cabrestantes y/o medios de guiado en pares, es decir, estando dos de cada en relativa proximidad, en algunas realizaciones de la invención, los cabrestantes y/o su medios de guiado se fijan individualmente a un panel 106 o cualquier otra estructura a los que puedan fijarse los cabrestantes y/o medios de guiado.

También es posible (consúltese la Figura 3) que algunos o todos de los cabrestantes 104 y/o algunos o todos de los medios de guiado 105 se fijan directamente a la estructura de soporte 101a y algunos otros cabrestantes y/o medios de guiado se fijan a una estructura tales como los paneles 106, que se conectan a la estructura de soporte.

Como se muestra esquemáticamente en la Figura 1, los cabrestantes 104 comprenden medios de guiado 105. Un punto de guiado puede definirse para cada elemento tensor 103 del sistema de elementos tensores en una posición

donde el elemento tensor cambia su dirección y se orienta sustancialmente hacia la carga. En esta realización, se define un punto de guiado para respectivos elementos tensores en respectivos medios de guiado 105, ya que estos son las ubicaciones donde los elementos tensores 103 se reorientan hacia la carga. En algunas realizaciones de la invención en las que el sistema de elementos tensores puede no incluir medios de guiado 105, respectivos puntos de guiado pueden definirse en respectivos cabrestantes 104 ya que los cabrestantes ya pueden orientar los elementos tensores 103 hacia la carga. Los medios de guiado 105, en este ejemplo particular, son garruchas que comprenden un medio para rotar para variar la dirección a la que miran las garruchas a medida que el objeto 110a se posiciona y orienta.

Como se esbozó anteriormente, tras la recepción de la correspondiente instrucción por el módulo de control, cada uno de los cabrestantes 104 puede ajustar la tensión o longitud libre del respectivo elemento tensor –mediante el enrollado y desenrollado del elemento tensor en el tambor del cabrestante– y, en consecuencia, cambiando la fuerza aplicada a la carga. Como resultado, la carga, y por lo tanto, el objeto 110a puede moverse y rotarse. Cuando las tensiones de algunos o todos de los elementos tensores del sistema de elementos tensores se modifican apropiadamente, la carga puede posicionarse y orientarse de una manera controlada y segura. Las tensiones o longitudes libres también pueden ajustarse para amortiguar las mociones de balanceo de la carga, tanto cuando la parte se mueve como cuando no se mueve.

Adicionalmente, este módulo de control también se puede operar para accionar sobre la estructura de soporte 101a para controlar su movimiento en la dirección longitudinal de las vigas, o dirección X, y sobre el mecanismo de elevación 102 para controlar su movimiento en la dirección Z y para ajustar la longitud libre de y/o tensión soportada por el cable 108 del mecanismo de elevación.

Este módulo de control de forma individual y sincrónica acciona sobre los elementos mencionados anteriormente de modo que el sistema de elementos tensores soporta una fracción del peso necesario para tener en tensión todos sus elementos tensores y el resto se soporta mediante el mecanismo de elevación una mayor parte del peso; en otras palabras, al menos el 51 % del peso de la carga (en este caso la suma del objeto 110a, la plataforma móvil 112 y el soporte intermedio 113) se sustenta mediante el mecanismo de elevación 102. Preferentemente, el mecanismo de elevación 102 sostiene más del 80 % y menos del 100 % del peso de la carga.

En esta realización preferida mostrada en la Figura 1, el sistema de elementos tensores actúa como maestro y el mecanismo de elevación y la estructura de soporte le siguen de acuerdo con las instrucciones dadas por el módulo de control, basado en trayectorias pre-programadas o basado en las entradas de un usuario en un dispositivo de control remoto que desea mover y orientar la carga.

En esta realización:

- El sistema de elementos tensores proporciona movimiento de la carga como sigue: traslaciones Y-Z y todas las rotaciones –guiñada, cabeceo y balanceo–, combinadas con la estructura de soporte (el pórtico), que proporciona movimiento únicamente en la dirección X.
- La carretilla 114 proporciona movimiento en la dirección Y.
- El mecanismo de elevación 102 (en este caso un elevador) proporciona movimiento en la dirección Z.

El sistema de elementos tensores por lo tanto es responsable de los movimientos. La carretilla se considera como una esclava así como también el elevador. La posición Y de la carga es dada por el sistema de elementos tensores y la carretilla 114 como para copiar esta posición. El elevador alivia al sistema de elementos tensores de al menos el 51 % de la carga; cualquiera que sea la posición Z de la carga, los módulos de control mandan al elevador aplicar una fuerza constante sobre la carga para sostener al menos el 51 % de su peso.

Otra realización a modo de ejemplo del aparato de la invención se muestra en la Figura 2. El aparato comprende una estructura de soporte 101b, que comprende una pluralidad de vigas en un diseño rectangular. El mecanismo de elevación 102 se conecta a la estructura de soporte 101b al ser fijado a una barra móvil 116, estando dicha barra conectada a la estructura de soporte 101b. La barra móvil 116 puede moverse a lo largo de una dirección perpendicular a su eje longitudinal. El cable 108 se conecta al mecanismo de elevación 102. El objeto 110b a moverse y/u orientarse está provisto de al menos un punto de sujeción para el mecanismo de elevación 102. En este caso la carga es solo el objeto 110b. El al menos un punto de sujeción se ubica preferentemente en una superficie superior del objeto 110b y sustancialmente próxima a la proyección del centro de masa de la carga en dicha superficie para reducir los momentos de fuerza resultando en rotaciones o mociones de balanceo no deseadas.

En la Figura 2, el sistema de elementos tensores también comprende ocho elementos tensores 103, ocho cabrestantes 104 y ocho medios de guiado 105. Los ocho cabrestantes 104 se aseguran a la estructura de soporte 101b y los ocho medios de guiado 105 también se aseguran a la estructura de soporte 101b, ligeramente separados de los respectivos cabrestantes. Los medios de guiado 105 se disponen en un diseño sustancialmente simétrico que forma una geometría rectangular. En algunas realizaciones de la invención, no hay simetría entre los medios de guiado 105 (por ejemplo, en la realización de la Figura 1) y las geometrías formadas también pueden ser diferentes de un rectángulo, incluso aunque son preferibles la formación de geometrías sustancialmente regulares y el mantenimiento de simetría para

simplificar la manipulación de cargas. Las formas de las cargas a moverse pueden considerarse para el posicionamiento de los medios de guiado para maximizar el espacio de trabajo potencial.

5 En la realización de La Figura 2, los medios de sujeción son pernos de argolla (no mostrados en la Figura), que se fijan al respectivo segundo extremo de los al menos ocho elementos tensores 103 (estando el primer extremo de cada elemento tensor 103 enrollado sobre los respectivos cabrestante 104) y al extremo libre del cable 108.

10 En esta realización todos los elementos tensores 103 se fijan por medio de los pernos de argolla a puntos de sujeción que se distribuyen en una misma superficie del objeto 110b. Aunque el objeto 110b presenta un grosor, es sustancialmente plano, y puede ser conveniente disponer en la misma superficie de los ocho puntos de sujeción, además a los al menos un punto de sujeción para el mecanismo de elevación 102. En este caso, preferentemente un primer subconjunto de puntos de sujeción se dispone en un área interior de la superficie superior del objeto 110b y un segundo subconjunto de puntos de sujeción se dispone en un área exterior –el área que rodea el área interior– de dicha superficie superior.

15 Las características de forma de la carga u objeto 110b puede corresponder a, por ejemplo, aquellas de una lámina de metal.

20 Otra posible realización de acuerdo con la invención se muestra en la Figura 3. La estructura de soporte 101c incluye una pluralidad de vigas. Las vigas se disponen para formar dos diseños rectangulares que comparten una viga en el medio. El mecanismo de elevación 102 se asegura a una estructura móvil 115 que, en este caso, rodea la viga en el medio. La estructura móvil 115 puede moverse a lo largo de la viga rodeada y, en consecuencia, el mecanismo de elevación 102 puede moverse.

25 En la realización de la Figura 3, estos medios de sujeción son seis armellas giratorias (no mostradas en la Figura), cada armella giratoria fijada al respectivo segundo extremo de los al menos seis elementos tensores 103 y al extremo libre del elemento tensor adicional 108.

30 En la realización a modo de ejemplo mostrada en la Figura 3, el objeto 110c tiene una forma de un prisma triangular con seis vértices. De nuevo, en este caso la carga es solo el objeto 110c. Los puntos de sujeción en el objeto 110c se disponen en cada uno de los vértices o en posiciones sustancialmente cerca de cada uno de los vértices que pueden soportar tensiones mayores que los vértices. Las armellas giratorias (no mostradas) en el segundo extremo de los elementos tensores 103 y en el extremo libre del cable 108 se fijan a estos puntos de sujeción en el objeto 110c. La realización del aparato mostrada en la Figura 3 con seis elementos tensores es particularmente adecuada para mover y rotar una carga con seis vértices.

35 En esta realización el mecanismo de elevación 102 actúa como maestro, siendo el sistema de elementos tensores y la estructura móvil 115 e independiente accionada de forma sincrónica por el módulo de control para mover el objeto 110c, por ejemplo, desde una dársena o muelle de carga a un tráiler o un área para el ensamblaje de vehículos, máquinas o equipo, y el sistema de elementos tensores puede posicionar y orientar la carga u objeto 110c con precisión en las fases finales de la manipulación de carga.

40 Usar el mecanismo de elevación como maestro puede simplificar las instrucciones de control para mover la carga ya que debe modificarse únicamente una longitud –o longitud libre–, mientras que realizar la misma acción con el sistema de elementos tensores podría requerir actuar en la longitud de todos los elementos tensores del sistema de elementos tensores. Además, elevar la carga mediante el sistema de elementos tensores puede conducir a un aumento de las tensiones experimentadas por los elementos tensores y, por lo tanto, aumentar las probabilidades de fallo debido a la rotura de los elementos tensores.

45 Una representación esquemática de elementos tensores que se fijan a un objeto de acuerdo con un aspecto de la invención se muestra en las vistas superior y en perspectiva en la Figuras 4A y 4B, respectivamente. Un objeto manipulado 210a tiene la forma de un prisma triangular que comprende seis vértices, particularmente adecuado para la disposición de puntos de sujeción en el mismo. Una superficie superior 251 y una superficie inferior 252 pueden definirse en el objeto 210a cuando descansa en una superficie de soporte 290 antes de la manipulación del objeto. En algunas realizaciones, la superficie de soporte 290 puede ser el suelo. En algunas otras realizaciones, la superficie de soporte 290 puede ser el tráiler de un camión, un contenedor (por ejemplo, otro contenedor que actúa como la carga puede estar encima del contenedor que actúa como la superficie de soporte), entre otras. Otro punto de sujeción 220 se dispone adicionalmente en la superficie superior 251 de modo que el objeto manipulado 210a se suspende del mecanismo de elevación, que sostiene al menos el 51 % de su peso. La superficie superior 251 comprende un primer subconjunto de puntos de sujeción 261a, 262a, y 263a para el sistema de elementos tensores y la superficie inferior 252 comprende un segundo subconjunto de puntos de sujeción 261b, 262b y 263b para el sistema de elementos tensores.

50 El sistema de elementos tensores comprende seis elementos tensores 211-216, teniendo cada uno de los elementos tensores respectivos puntos de guiado 201-206. El sistema de elementos tensores comprende además seis cabrestantes que no se representan en las Figuras 4A y 4B. Para propósitos de ilustración únicamente, los elementos

tensores 212, 214 y 216 se representan con líneas discontinuas indicando que se fijan a puntos de sujeción en la superficie inferior 252, el material y propiedades de los elementos tensores es similar a o la misma que en los elementos tensores 211, 213, 215 ilustrados con líneas continuas, lo que significa que se fijan a puntos de la superficie superior 251. En algunas realizaciones de la invención, los puntos de guiado 201-206 se definen en respectivos medios de guiado del sistema de elementos tensores. En algunas otras realizaciones de la invención, los puntos de guiado 201-206 se definen en respectivos cabrestantes del sistema de elementos tensores.

Cualquiera de los elementos tensores 211-216 puede ser el primer elemento tensor en el método para fijar los elementos tensores al objeto 210a. Considerando el elemento tensor 211 como el primero, el elemento tensor se fija a un punto seleccionado 261a del primer subconjunto a medida que la distancia entre el respectivo punto de guiado 201 y el punto seleccionado 261a es mayor que al menos otra distancia entre el respectivo punto de guiado 201 y un punto del primer subconjunto diferente del punto seleccionado 261a: es mayor que, por ejemplo, la distancia entre el punto de guiado 201 y el punto 262a.

El siguiente elemento tensor que ha de fijarse al objeto 210a es el elemento tensor 212 porque su respectivo punto de guiado 202 es el más cercano al punto de guiado 201 que corresponde al elemento tensor anteriormente fijado 211. Como el elemento tensor 211 se fijó a un punto del primer subconjunto, el elemento tensor 212 ha de fijarse a un punto del subconjunto alternativo al primer subconjunto, es decir, el segundo subconjunto de puntos de sujeción. El punto seleccionado de elemento tensor 212 es 263b como tal punto no es el punto más cercano del segundo subconjunto que es el más cercano un punto 261a (el punto más cercano es 261b que, en esta realización, comparte un borde del objeto 210a con el punto 261a), el punto seleccionado 263b no es un punto de sujeción para ningún otro elemento tensor ya fijado y la distancia entre el punto de guiado 202 y el punto seleccionado 263b es mayor que la distancia entre el punto de guiado 202 y uno de los puntos 261b y 262b (puntos del segundo subconjunto diferente del punto seleccionado 263b), que en este caso es al menos la distancia al punto 262b.

El orden en el que los otros elementos tensores se fijan al objeto 210a es: elemento tensor 213, elemento tensor 214, elemento tensor 215 y elemento tensor 216, ya que cada uno tiene sus respectivos puntos de guiado 203-206 más cercanos al elemento tensor anteriormente fijado —el punto de guiado 203 es el más cercano al punto de guiado 202, el punto de guiado 204 es el más cercano al punto de guiado 203, etc.— Los elementos tensores como alternativa se fijan a puntos del primer subconjunto y segundo subconjunto siguiendo el mismo criterio descrito anteriormente, por lo tanto el elemento tensor 213 se fija un punto seleccionado 262a, el elemento tensor 214 se fija un punto seleccionado 261b, el elemento tensor 215 se fija un punto seleccionado 263a y el elemento tensor 216 se fija un punto seleccionado 262b.

De hecho, el primer elemento tensor 211 que se fijó al objeto 210a podría haberse fijado a un punto 263a ya que también habría cumplido con todos los criterios, resultando en otros puntos seleccionados para los otros elementos tensores; este puede ser el caso en algunas realizaciones de la invención. El primer elemento tensor 211 también podría haberse fijado a un punto seleccionado del segundo subconjunto en lugar del primer subconjunto siguiendo el mismo patrón. Por lo tanto, en algunas realizaciones de la invención, el método resulta en una configuración diferente, pero similar, de elementos tensores que se fijan al objeto 210a. La disposición de elementos tensores mostrada en las Figuras 4A y 4B puede, por ejemplo, aplicarse a la realización de la Figura 3.

Las Figuras 5A y 5B muestran, en vistas superior y en perspectiva respectivamente, la disposición de elementos tensores de acuerdo con una realización ilustrativa de la invención. Un objeto 210b se ha de manipular por un sistema de elementos tensores incluyendo elementos tensores 221-228, cada uno de los elementos tensores teniendo definidos respectivos puntos de guiado 201-208. El objeto 210b comprende seis lados pero es sustancialmente plano, es decir el grosor del objeto es relativamente pequeño. En tales realizaciones, los elementos tensores 221-228 se fijan preferentemente a una misma superficie del objeto. Particularmente, una superficie superior puede definirse en el objeto 210b cuando está a punto de manipularse y está todavía en una superficie de soporte 290. La superficie superior comprende al menos un punto de sujeción 220 para un mecanismo de elevación, preferentemente tan cerca como sea posible a la proyección del centro de masa del objeto 210b en dicha superficie para reducir una torsión generada por un desplazamiento del centro de masa.

Además, un área interior 254 y un área exterior 253 pueden definirse en la superficie superior. El área exterior 253 comprende un primer subconjunto de puntos de sujeción 271a, 272a, 273a y 274a, en los vértices o posiciones sustancialmente próximas a la misma, del perímetro exterior del área exterior 253. El área interior 254 comprende un segundo subconjunto de puntos de sujeción 271b, 272b, 273b y 274b, en los vértices del polígono 209 (representados con líneas discontinuas para propósitos de ilustración únicamente). En esta realización, el polígono 209 puede establecer el perímetro interior del área exterior 253, por lo tanto el área exterior rodea en su totalidad el área interior 254. La definición del área interior 254 y el área exterior 253 es bastante arbitraria y, de hecho, los puntos de sujeción que corresponden al área interior pueden no disponerse alrededor de un polígono tal como el polígono 209, que obviamente también se define de una manera arbitraria. El área interior representa una parte de la superficie en la que los puntos de sujeción están más cerca del centro que los puntos de sujeción en el área exterior, que pueden ubicarse en los vértices de la superficie superior, por ejemplo. Por lo tanto, las áreas interior y exterior pueden representarse con muchas otras geometrías, formas y dimensiones.

Si el elemento tensor 221 se toma como el primer elemento tensor a fijarse al objeto 210b, incluso aunque cualquiera de los elementos tensores 222-228 podría usarse en su lugar, el punto de sujeción es el punto seleccionado 271a del primer subconjunto de puntos de sujeción —en este ejemplo, estando los puntos de sujeción dispuestos en el área exterior 253— ya que la distancia entre respectivo punto de guiado 201 y punto 271a es mayor que al menos otra distancia entre punto de guiado 201 y otro punto del primer subconjunto (punto 272a) y más pequeña que al menos otra distancia entre punto de guiado 201 y otro punto del primer subconjunto (punto 273a o punto 274a). En algunas otras realizaciones de la invención, en lugar del punto 271a, el punto seleccionado podría ser el punto 273a ya que cumple los mismos requisitos. Y en algunas otras realizaciones de la invención, el primer elemento tensor se fija a un punto seleccionado del segundo subconjunto de puntos de sujeción que siguen el mismo procedimiento, en lugar de un punto seleccionado del primer subconjunto.

Como el punto de guiado 202, que corresponde a un elemento tensor 222 aún no fijado, es el más cercano al punto de guiado 201 que corresponde al elemento tensor fijado en la etapa previa del método, el elemento tensor 222 se fija al lado de un punto seleccionado del subconjunto alternativo al punto seleccionado 271a del elemento tensor 221 anteriormente fijado. El punto seleccionado de elemento tensor 222 es el punto 274b, que no se usa por ningún otro elemento tensor ya fijado, no es un punto del segundo subconjunto que es el más cercano a punto seleccionado 271a del primer subconjunto (en más cercano es el punto 271b) y la distancia entre respectivo punto de guiado 202 y el punto seleccionado 274b es mayor que al menos otra distancia entre respectivo punto de guiado 202 y otro punto del segundo subconjunto (punto 272b) y más pequeño que al menos otra distancia entre respectivo punto de guiado 202 y otro punto del segundo subconjunto (punto 273b).

Siguiendo este procedimiento, los otros elementos tensores del sistema de elementos tensores se fijan al objeto 210b de forma que, en cada etapa, se selecciona el elemento tensor con el punto de guiado más cercano al punto de guiado del elemento tensor anteriormente fijado y cada elemento tensor se fija al un punto de un subconjunto que es la alternativa al subconjunto al cual pertenece el punto de sujeción del elemento tensor anteriormente fijado. De esta manera, el elemento tensor 223 se fija un punto 272a, el elemento tensor 224 se fija un punto 273b, el elemento tensor 225 se fija un punto 273a, el elemento tensor 226 se fija un punto 271b, el elemento tensor 227 se fija un punto 274a y el elemento tensor 228 se fija un punto 272b. En algunas realizaciones de la invención, aplicando el mismo método resulta en una configuración diferente, pero similar, de elementos tensores que se fijan al objeto 210a ya que, por ejemplo, el primer elemento tensor tiene dos posibles puntos (en el primer subconjunto) a los que fijarse, y podría también fijarse a dos posibles puntos del segundo subconjunto; la definición del primer elemento tensor que se fija a un punto del primer subconjunto en lugar del segundo subconjunto es arbitraria. La disposición del elemento tensor mostrada en la Figuras 5A y 5B puede, por ejemplo, aplicarse a la realización de la Figura 2.

En las Figuras 6A y 6B se representa el objeto 210c, en vistas superior y en perspectiva, mostrando un método para la disposición de elementos tensores 231-238 a dicho objeto 210c. Una superficie superior 255 y una superficie inferior 256 se definen en el objeto 210c mientras descansa en una superficie de soporte 290 y cuándo los elementos tensores 231-238 han de fijarse al objeto. Al menos un punto de sujeción 220 se dispone en la superficie superior 255 de forma que un mecanismo de elevación puede sostener parte del peso del objeto.

En algunas realizaciones de la invención, los puntos de guiado 201-208 no están en la misma posición a lo largo de todo el proceso de posicionamiento y orientación de una carga ya que respectivos medios de guiado o cabrestantes (no ilustrados en ninguna de las Figuras 4A, 4B, 5A, 5B, 6A y 6B) pueden cambiar su ubicación debido a, por ejemplo, cambios en la posición de las estructuras a las que se aseguran (usando, por ejemplo, cilindros hidráulicos, pantógrafos o mecanismos de tijera). En tal caso, las sujeciones de los elementos tensores al objeto o carga pueden reajustarse si las posiciones de los puntos de guiado cambian sustancialmente una vez que los elementos tensores ya están fijados.

Los elementos tensores 232, 234, 236 y 238 se representan con líneas discontinuas para una interpretación más clara de los puntos de sujeción usados (ubicados en la superficie inferior 256), pero aparte de eso son similares a los elementos tensores 231, 233, 235 y 237 (representados con líneas continuas).

Un primer subconjunto de puntos de sujeción que comprende puntos 281a, 282a, 283a y 284a, se dispone en la superficie superior 255. Un segundo subconjunto de puntos de sujeción que comprende puntos 281b, 282b, 283b y 284b se dispone en la superficie inferior 256. Aplicando un método similar al descrito anteriormente en relación a las Figuras 5A y 5B, una posible configuración de los elementos tensores es: elemento tensor 231 con punto de guiado 201 se fija un punto 281a, elemento tensor 232 con punto de guiado 202 se fija un punto 283b, elemento tensor 233 con punto de guiado 203 se fija un punto 282a, elemento tensor 234 con punto de guiado 204 se fija un punto 284b, elemento tensor 235 con punto de guiado 205 se fija un punto 283a, elemento tensor 236 con punto de guiado 206 se fija un punto 281b, elemento tensor 237 con punto de guiado 207 se fija un punto 284a y elemento tensor 238 con punto de guiado 208 se fija un punto 282b. En algunas realizaciones de la invención, aplicando el método que usa otro elemento tensor como el primer elemento tensor o estando los puntos de guiado definidos en otras posiciones o que usa otros puntos seleccionados que cumplen el criterio en cada etapa del método, resulta en otras configuraciones de elemento tensor.

Los elementos tensores 231-238 se conectan a respectivos cabrestantes (no ilustrados en la Figuras 6A y 6B) de

forma que la tensión o longitud libre de los elementos tensores puede ajustarse individualmente para posicionar y orientar el objeto 210c.

5 En algunas realizaciones de la invención, los puntos de guiado 201-208 se definen en respectivos medios de guiado. En algunas otras realizaciones de la invención donde los cabrestantes tienen medios de guiado ya incorporados, o el sistema de elementos tensores no comprende ningún medio de guiado en absoluto, los puntos de guiado 201-208 se definen en respectivos cabrestantes.

10 En algunas realizaciones de la invención, cualquiera del objeto 210a, 210b y 210c es la carga a manipularse. En algunas otras realizaciones, cualquiera del objeto 210a, 210b y 210c, es un miembro de sujeción con el objeto conectado al mismo; siendo la carga la suma del objeto y el miembro de sujeción. En algunas otras realizaciones, cualquiera del objeto 210a, 210b y 210c, es un miembro de sujeción y un soporte intermedio con el objeto conectado al mismo; siendo la carga la suma del objeto, el soporte intermedio y el miembro de sujeción. En cualquier caso el módulo de control ajusta los diferentes elementos del aparato de modo que el mecanismo de elevación al menos sostiene 51 % del peso total del miembro de sujeción, el objeto y cualquier soporte intermedio que pueda ayudar en la conexión del objeto al miembro de sujeción.

20 El término "elemento tensor" se ha usado para abarcar cualquier tipo de elemento de tracción flexible que pueda usarse en el contexto de la presente invención, por ejemplo, cables, cuerdas, cordeles, cadenas, correas, etc.

En este texto, el término "comprende" y sus derivaciones (tales como "que comprende", etc.) no debería entenderse en un sentido excluyente, es decir, estos términos no deberían interpretarse como que excluyen la posibilidad de que lo que se describe y define puede incluir elementos, etapas, etc. adicionales.

25 La invención obviamente no se limita a la(s) realización(s) específica(s) descritas en este documento, sino que también abarca cualquier variación que un experto en la materia pueda considerar (por ejemplo, en lo referente a la elección de materiales, dimensiones, componentes, configuración, etc.), dentro del alcance general de la invención como se define en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para posicionar y orientar una carga, comprendiendo el aparato:

- 5 - una estructura de soporte (101a, 101b, 101c) movable en una primera dirección, la estructura de soporte establece un área dentro de la cual la carga puede posicionarse y orientarse;
 - un sistema de elementos tensores que comprende:
- 10 - al menos seis cabrestantes (104) montados en la estructura de soporte (101); y
 - al menos seis elementos tensores (103), estando un primer extremo de cada uno de los al menos seis elementos tensores conectado a uno respectivo de los al menos seis cabrestantes (104);
- 15 - un mecanismo de elevación (102) montado en la estructura de soporte (101a, 101b, 101c) y movable en una segunda dirección que es perpendicular a la primera dirección, comprendiendo el mecanismo de elevación un elemento tensor (108) adicional; y
 - un módulo de control que es capaz de funcionar de forma sincrónica e independiente:
- 20 - sobre los al menos seis cabrestantes (104) para ajustar la longitud libre de y/o la tensión soportada por el elemento tensor (108) conectado al respectivo cabrestante,
caracterizado por que el aparato comprende, además, medios de sujeción a los que puede sujetarse la carga para suspenderse desde arriba, estando conectados los medios de sujeción a un segundo extremo de cada uno de los al menos seis elementos tensores (103) y a un extremo libre del elemento tensor (108) adicional, y **por que** el módulo de control es capaz además de funcionar de forma sincrónica e independiente:
- 25 - sobre la estructura de soporte (101a, 101b, 101c) para controlar su movimiento en la primera dirección, y
 - sobre el mecanismo de elevación (102) para controlar su movimiento en la segunda dirección y sobre el mecanismo de elevación para ajustar la longitud libre de y/o la tensión soportada por el elemento tensor (108) adicional conectado al mecanismo de elevación,
 de modo que el aparato proporciona control de la carga en los seis grados de libertad;
- 30 en donde el módulo de control está configurado para trasladar una instrucción respecto a la orientación y/o a la posición de la carga al actuar sobre los al menos seis cabrestantes (104), sobre el mecanismo de elevación (102) y sobre la estructura de soporte (101a, 101b, 101c), de tal forma que al menos el 51 % de la carga esté sostenida por el mecanismo de elevación (102) y la carga esté suspendida del elemento tensor (108) adicional que es sustancialmente vertical.
- 35
2. El aparato según la reivindicación 1, en el que los medios de sujeción están dispuestos espacialmente cuando se fijan a la carga, de tal forma que una proyección sobre un plano definido mediante la primera y la segunda direcciones de cada uno de los al menos seis elementos tensores se cruza con otra de las proyecciones de los al menos seis elementos tensores, denominándose esta configuración entrecruzada.
- 40
3. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, que comprende además un miembro de sujeción tridimensional o bidimensional (112) fijado a los medios de sujeción, que están distribuidos en planos paralelos o en un mismo plano, respectivamente.
- 45
4. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que los medios de sujeción están ubicados en el respectivo segundo extremo de los al menos seis elementos tensores (103) y el extremo libre del elemento tensor (108) adicional.
- 50
5. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que la instrucción respecto a la orientación y/o a la posición de la carga viene dada por una trayectoria preestablecida o manualmente por control remoto.
6. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que el mecanismo de elevación (102) está montado en una estructura móvil (114, 115, 116) que a su vez está montada en la estructura de soporte (101a, 101b, 101c).
- 55
7. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de elementos tensores comprende:
- 60 - al menos ocho cabrestantes; y
 - al menos ocho elementos tensores, estando cada uno de los al menos ocho elementos tensores conectados a uno respectivo de los al menos ocho cabrestantes.
8. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que los al menos seis o los al menos ocho cabrestantes están distribuidos en al menos tres o cuatro pares de cabrestantes.
- 65
9. El aparato según la reivindicación 8, en el que los medios de sujeción están dispuestos espacialmente cuando se fijan a la carga, de tal forma que una proyección sobre un plano definido por la primera y la segunda direcciones de

un elemento tensor conectado a un cabrestante se cruza con la proyección del elemento tensor conectado a un cabrestante que está en el par más cercano de cabrestantes.

5 10. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el mecanismo de elevación (102) al menos comprende un elevador o un aparejo de poleas o un sistema de compensación por gravedad o un cabrestante con un resorte.

10 11. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada uno de los cabrestantes del sistema de elementos tensores está conectado a un servomotor.

12. Un método para posicionar y orientar una carga, que comprende:

15 - fijar la carga a medios de sujeción de un aparato para posicionar y orientar una carga, comprendiendo el aparato una estructura de soporte (101a, 101b, 101c) y un sistema de elementos tensores y un mecanismo de elevación montados en la estructura de soporte (101a, 101b, 101c); estando los medios de sujeción conectados a al menos seis elementos tensores (103) del sistema de elementos tensores, estando cada uno de los al menos seis elementos tensores conectados a uno respectivo de al menos seis cabrestantes (104) y al mecanismo de elevación;

20 - suspender la carga de un extremo libre de un elemento tensor (108) adicional del mecanismo de elevación (102);
 - trasladar una instrucción respecto a la orientación y/o a la posición de la carga actuando sobre los al menos seis cabrestantes (104), sobre el mecanismo de elevación (102) y sobre la estructura de soporte (101a, 101b, 101c) de tal forma que al menos el 51 % de la carga esté sostenida por el mecanismo de elevación (102) y la carga esté suspendida de una manera sustancialmente vertical al funcionar de forma sincrónica e independiente:

25 - sobre los al menos seis cabrestantes (104) para ajustar la longitud libre de y/o la tensión soportada por el elemento tensor (108) conectado al respectivo cabrestante,

- sobre la estructura de soporte (101a, 101b, 101c) para controlar su movimiento en la primera dirección, y

30 - sobre el mecanismo de elevación (102) para controlar su movimiento en la segunda dirección y sobre el mecanismo de elevación para ajustar la longitud libre de y/o la tensión soportada por el elemento tensor (108) adicional conectado al mecanismo de elevación,

lo que proporciona control de la carga en los seis grados de libertad.

35 13. El método de la reivindicación 12, que comprende además fijar espacialmente los medios de sujeción a la carga de tal forma que los al menos seis elementos tensores se entrecruzan, lo que implica que una proyección sobre un plano definido por la primera y la segunda direcciones de cada uno de los al menos seis elementos tensores se cruza con otra de las proyecciones de los al menos seis elementos tensores, es decir, en configuración entrecruzada.

40 14. El método según cualquiera de las reivindicaciones 12-13, en el que la instrucción respecto a la orientación y/o a la posición de la carga se traslada primeramente actuando sobre los al menos seis cabrestantes (104) y posteriormente sobre el mecanismo de elevación (102) y sobre la estructura de soporte (101a, 101b, 101c).

45 15. El método según cualquiera de las reivindicaciones 12-13, en el que la instrucción respecto a la orientación y/o a la posición de la carga se traslada primeramente actuando sobre el mecanismo de elevación (102) y posteriormente sobre los al menos seis cabrestantes (104) y sobre la estructura de soporte (101a, 101b, 101c).

50 16. El método según cualquiera de las reivindicaciones 12-15, en donde el método comprende fijar la carga a medios de sujeción que están conectados a al menos ocho elementos tensores (103) del sistema de elementos tensores, estando cada uno de los al menos ocho elementos tensores conectados a uno respectivo de al menos ocho cabrestantes (104).

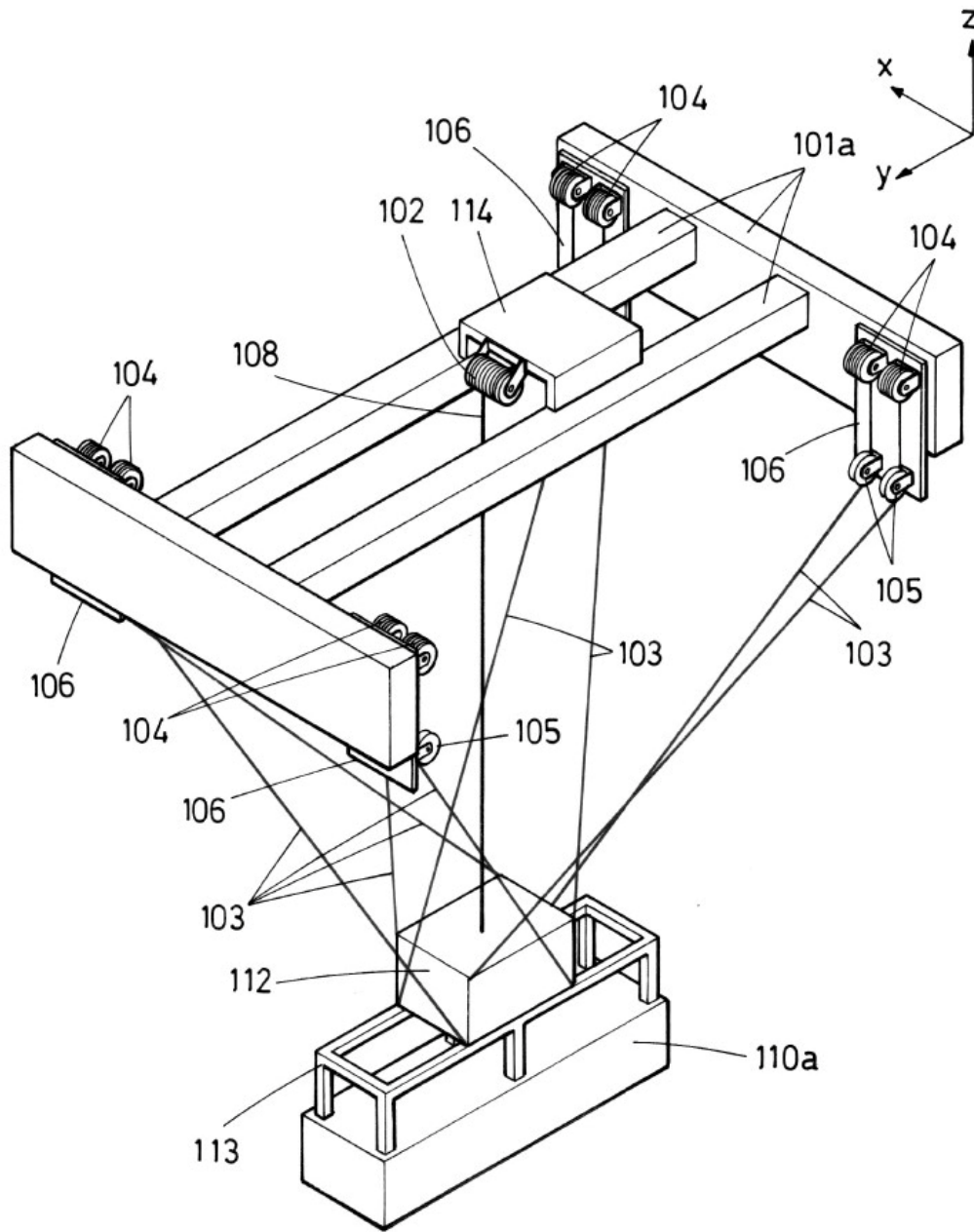


FIG.1

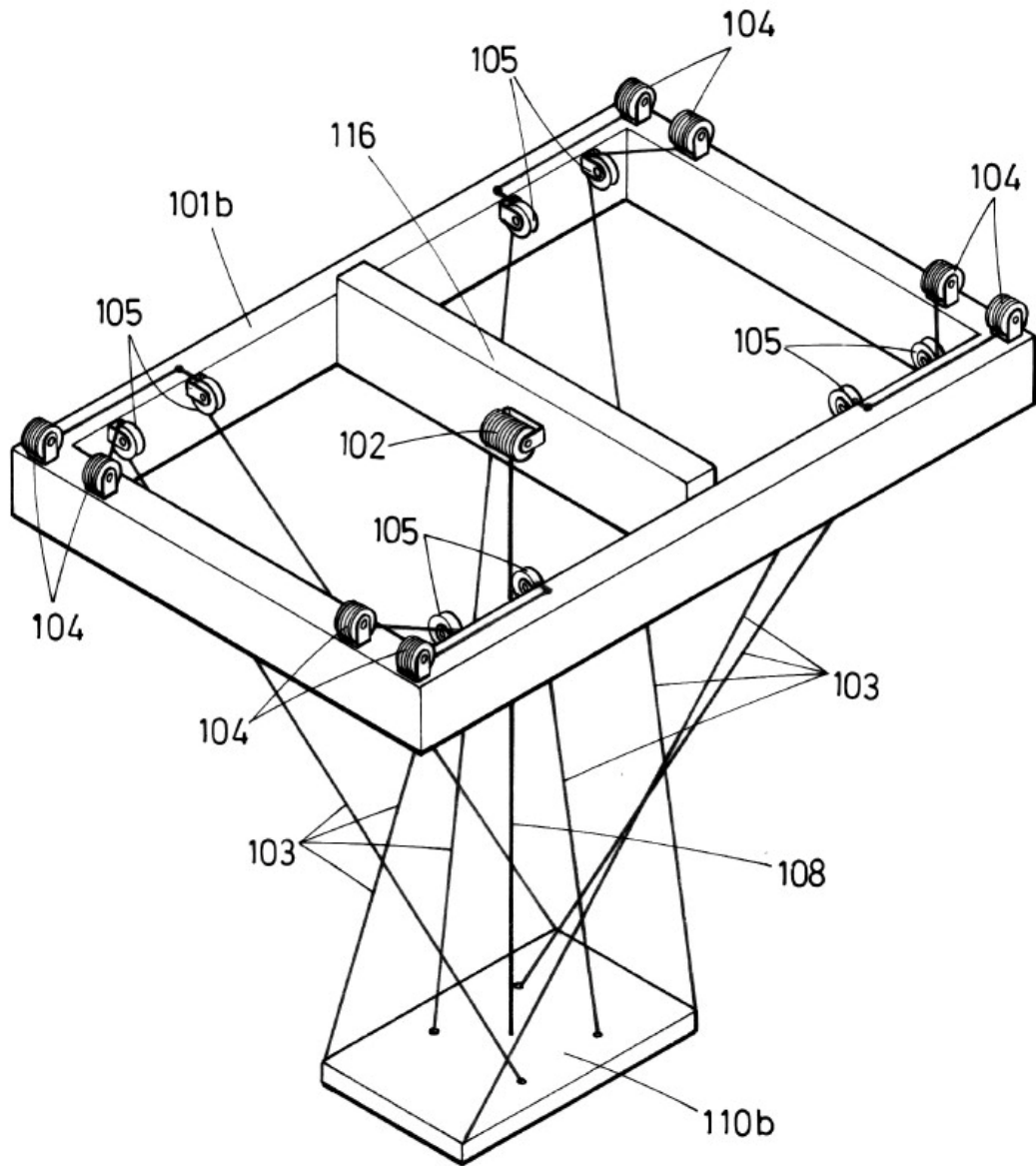


FIG.2

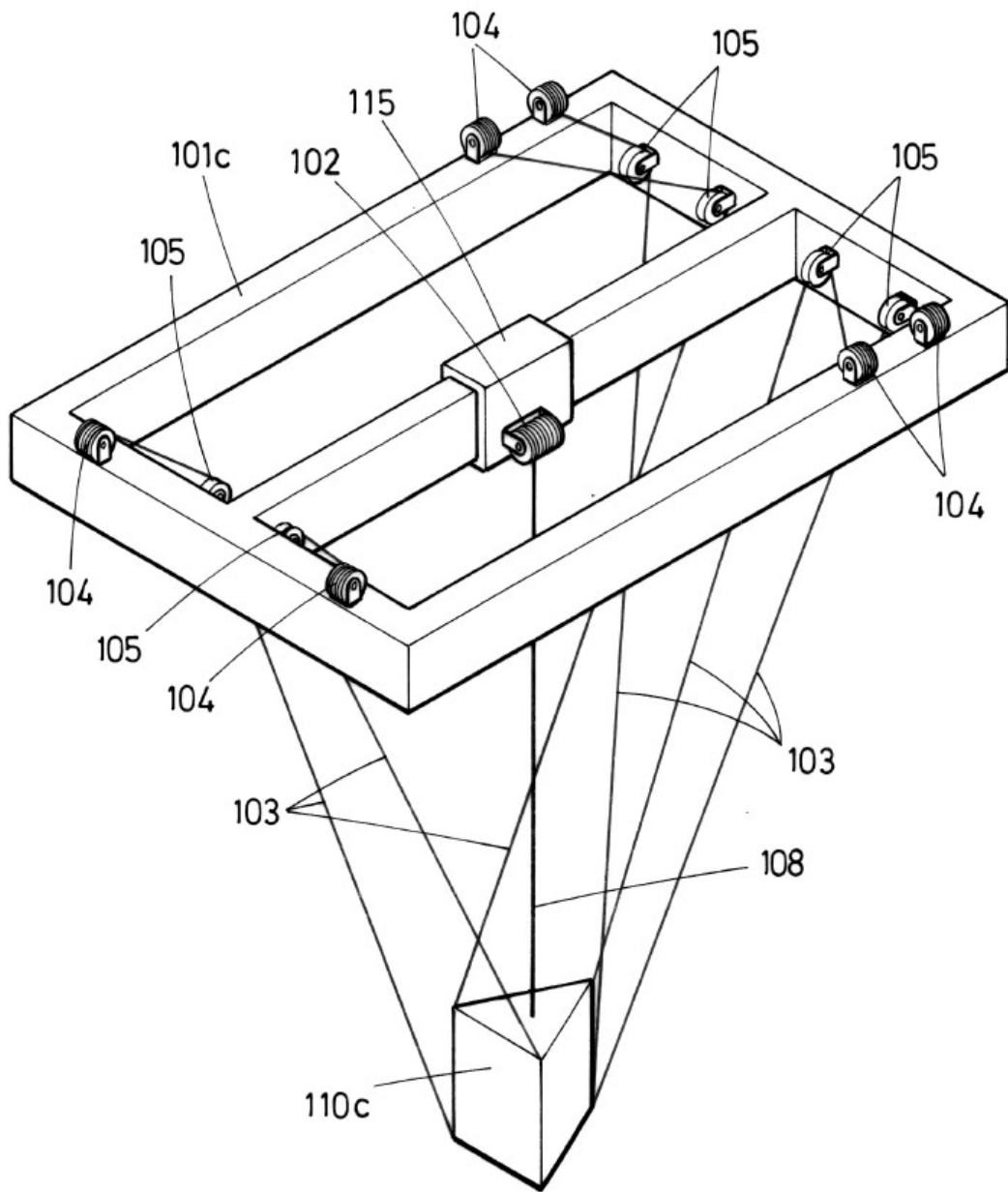


FIG.3

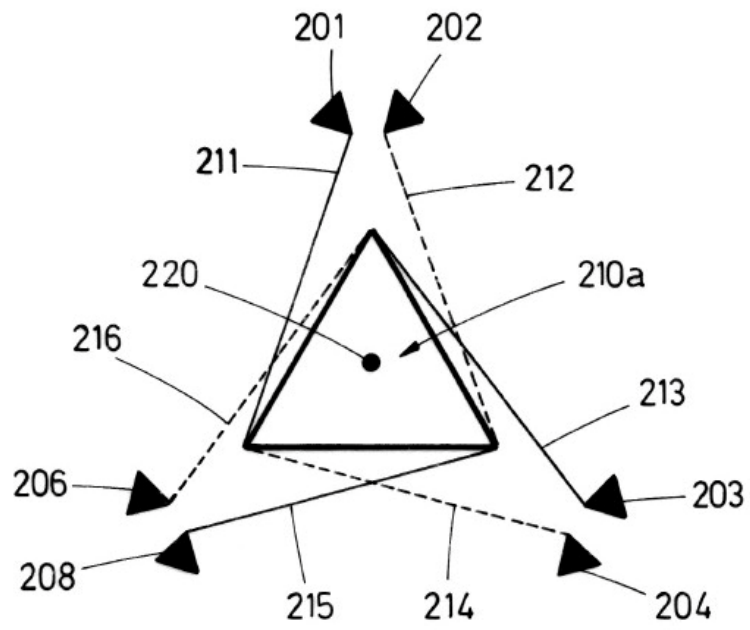


FIG. 4A

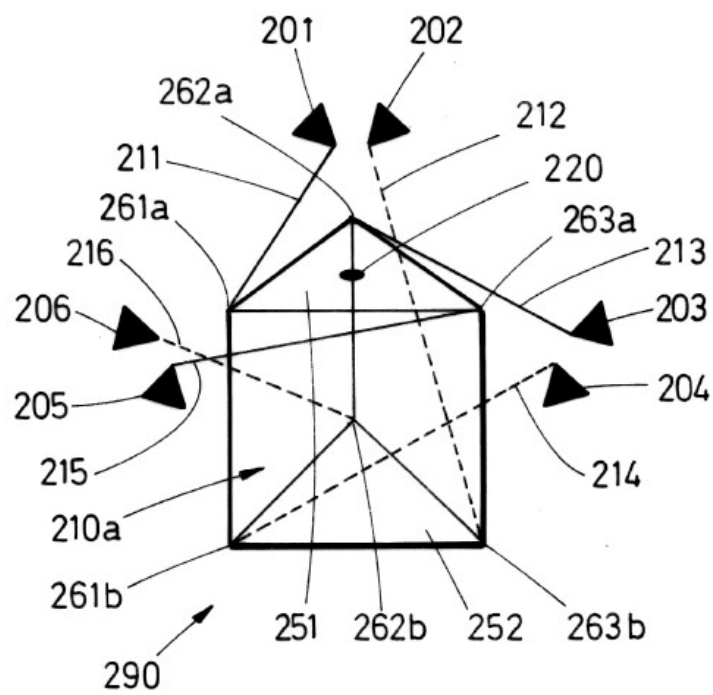


FIG. 4B

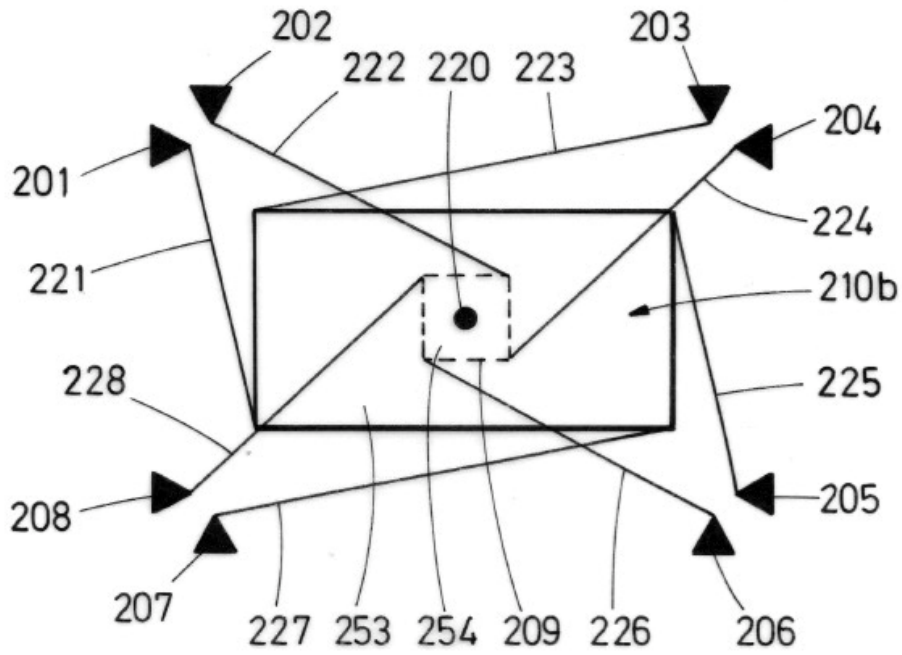


FIG.5A

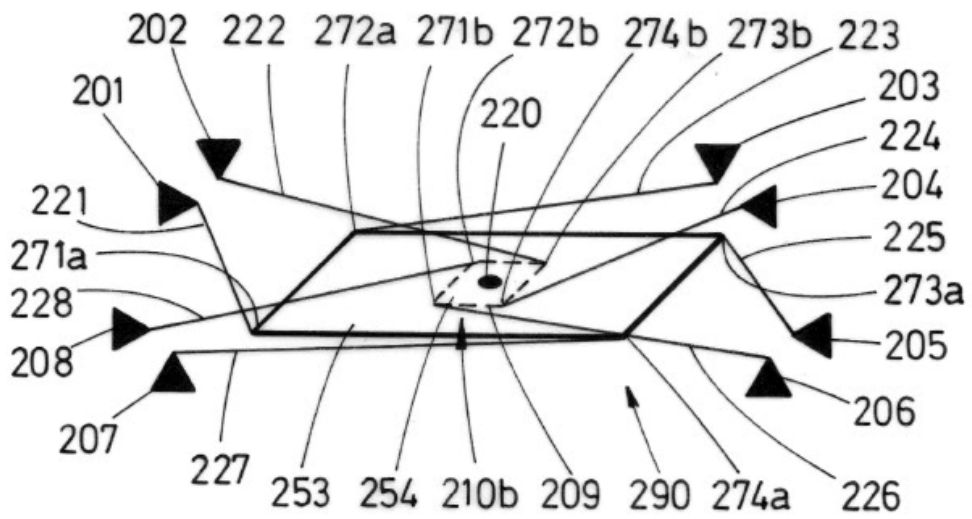


FIG.5B

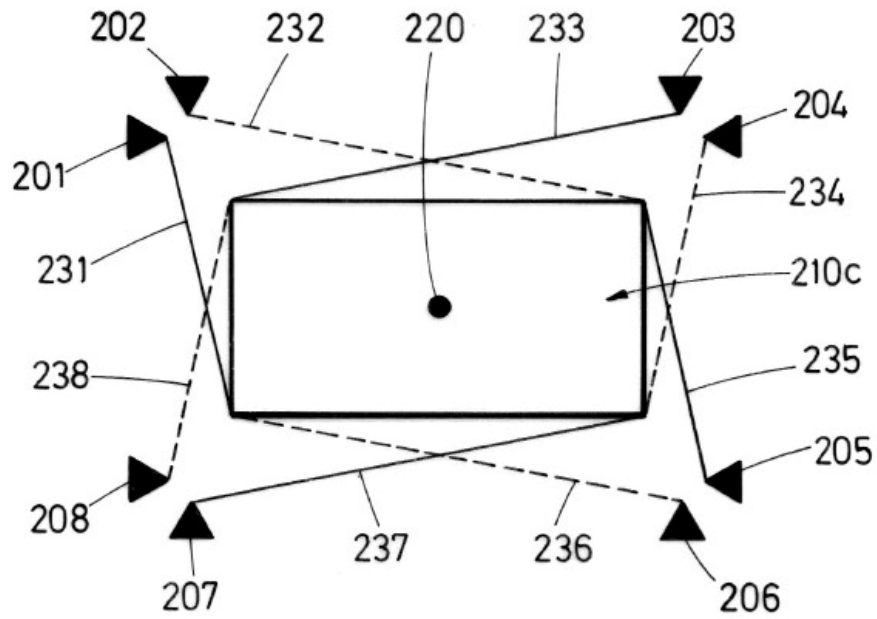


FIG.6A

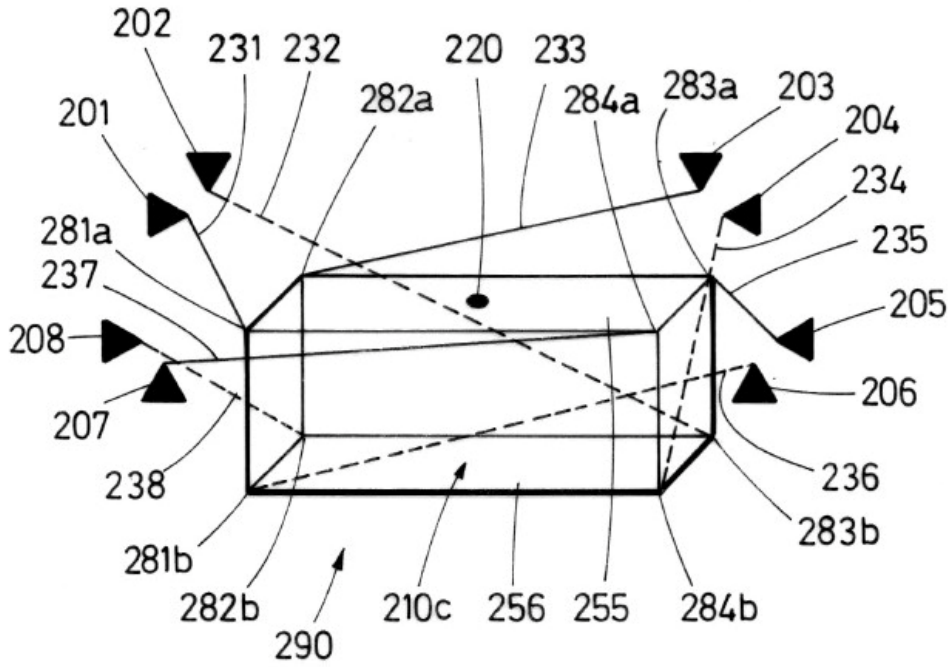


FIG.6B