

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 404 666**

51 Int. Cl.:

G09B 9/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2012** E 12196769 (9)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2017** EP 2584551

54 Título: **Simulador**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.12.2017

73 Titular/es:

**MOOG B.V. (100.0%)
P.O. Box 187
2150 AD Nieuw-Vennep, NL**

72 Inventor/es:

**WARMERDAM, JEAN-PAUL;
HORDIJK, JAN y
HOOGENDOORN, HANJO**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 404 666 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

Simulador

5 La presente invención se refiere a un simulador. De manera más específica, la presente invención se refiere a un simulador de vibraciones con tres grados de libertad para simular los efectos de las vibraciones de traslación o de una combinación de traslación y rotación sobre un aparato o individuo.

10 Los simuladores de vibraciones son bien conocidos y, en general, se usan para simular los efectos de fenómenos del mundo real en un entorno controlado (tal como un laboratorio o un taller). Los simuladores de vibraciones pueden usarse para realizar pruebas en equipos mecánicos y eléctricos con el fin de asegurarse que pueden soportar el entorno en el que se usarán eventualmente. Por ejemplo, los simuladores de vibraciones pueden usarse en simuladores de vuelo para sacudir la cabina de un helicóptero (y de ese modo el equipo de la cabina, el asiento y el piloto) simulando las vibraciones de alta frecuencia experimentadas en vuelo. Los efectos de tales vibraciones sobre el piloto y su equipo circundante pueden monitorizarse y usarse para mejorar las habilidades y formación del piloto, así como el diseño del equipo de cabina.

15 Los simuladores de vibraciones pueden usarse en dispositivos, tales como plataformas de vibración, plataformas de antivibración, simuladores de vuelo, simuladores de conducción, simuladores de terremotos, asientos-g, agitadores de asientos y simuladores de dinámicas de vehículos, entre otros. Las plataformas de vibración deben cumplir la norma del denominado "Nivel D" de simuladores de vuelo de las autoridades reguladoras de aviación civil.

20 En la técnica existen diversos simuladores de movimiento. De los cuales hay un ejemplo en US-6077078. El dispositivo objeto del documento es capaz de proporcionar movimiento con diversos grados de libertad y está montado sobre una vía de deslizamiento cartesiana de dos grados para proporcionar movimiento en dirección perpendicular y horizontal. Un problema con este dispositivo es que para proporcionar un movimiento de traslación en los tres grados de libertad completos, la vía de deslizamiento en combinación con la plataforma de movimiento requiere un elevado número de accionadores y es relativamente complejo y caro. También requiere mucho espacio.

25 US-2005/0277092 divulga un simulador de movimiento de asiento que usa tres accionadores orientados verticalmente. Cada uno de los accionadores está colocado sobre una vía de deslizamiento horizontal. Como queda claro a partir del presente documento, para mover el asiento en un grado de libertad de traslación, cada accionador tiene que moverse vertical y horizontalmente. Este mecanismo particular es complejo y grande y no está bien adaptado para la simulación de vibraciones en una cabina.

30 US-4446742 muestra un ejemplo adicional de un aparato de pruebas sísmicas.

35 Un objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un simulador de vibraciones mejorado que sea compacto y capaz de proporcionar vibraciones al menos en los tres grados de libertad de traslación.

40 Según la presente invención, se ha provisto un simulador de movimiento como el que se define en la reivindicación 1.

45 Ventajosamente, este tipo de mecanismo permite movimientos en tres grados de libertad de traslación y solo requiere tres accionadores (uno por conjunto de accionamiento). Cada conjunto forma un varillaje de cuatro barras con la base y el soporte móvil que puede accionarse para mover el soporte móvil con relación a la base, pero también permite un movimiento relativo del mismo cuando uno de los otros conjuntos de accionamiento se mueve.

50 Por "junta universal" se entiende cualquier junta que pueda moverse en al menos dos grados de libertad, por ejemplo, una junta cardán o una junta esférica.

El soporte móvil puede ser una plataforma o un bastidor de carga con una pluralidad de puntos de sujeción para el equipo sobre el que se ha de realizar la simulación o las pruebas.

55 Preferiblemente, se proporciona un segundo cigüeñal que se extiende radialmente desde el eje, cuyo segundo cigüeñal está conectado a la junta universal por el primer extremo de la segunda conexión.

60 Se puede arrastrar el cigüeñal en rotación para arrastrar el soporte móvil a través de un movimiento de rotación. Esto es ventajoso porque los accionadores rotatorios son preferibles respecto a los accionadores lineales, en particular, para aplicaciones de alta frecuencia, tales como las simulaciones de vibraciones. Los accionadores lineales también necesitan un freno para pararlos en situaciones de emergencia (para evitar que la plataforma se caiga, p. ej., cuando se usa un hexápodo), mientras que los accionadores rotatorios en la configuración de acuerdo con la invención no lo hacen.

65 Dado que el conjunto comprende un cigüeñal de arrastre que se extiende radialmente desde el eje, cigüeñal de arrastre que es arrastrado por el accionador, esto permite un engranaje adicional del accionador. El cigüeñal de arrastre puede ser arrastrado por una varilla de empuje, que a su vez es arrastrada por un cigüeñal accionador arrastrado en rotación por el accionador.

Preferiblemente, el cigüeñal accionador se dispone para ser arrastrado hasta 360 grados. Esto significa que el motor no tiene que cambiar de dirección continuamente; una ventaja, en particular, para la simulación de vibraciones.

5 Los accionadores pueden colocarse internamente, es decir, dentro de la zona delimitada por los primeros extremos de las conexiones o donde los conjuntos de accionamiento de soporte están montados a la base. Esto hace que la disposición sea más compacta.

10 Como alternativa, los accionadores pueden colocarse externamente, es decir, fuera de la zona delimitada por los primeros extremos de las conexiones o donde los conjuntos de accionamiento de soporte están montados a la base. Esto facilita la sustitución y el mantenimiento de los accionadores y permite el uso de accionadores más grandes.

Preferiblemente:

15 la primera conexión tiene una primera longitud;
la segunda conexión tiene una segunda longitud; y,
en la que la distancia entre los primeros extremos respectivos de las conexiones y los segundos extremos respectivos de las conexiones es mayor que la primera o la segunda longitud.

20 Esta relación de aspecto de las cuatro barras de conexión es preferible para la simulación de vibraciones porque, aunque el intervalo de movimiento de la plataforma es reducido, la rigidez del conjunto aumenta. Los pequeños movimientos a una frecuencia elevada son ideales para la simulación de vibraciones, en particular, para la simulación de cabinas de helicóptero, y como tal, esta relación de aspecto de las cuatro barras de conexión es ventajosa.

25 Preferiblemente, la distancia entre los primeros extremos respectivos de las conexiones y los segundos extremos respectivos de las conexiones es al menos tres veces la primera longitud o bien la segunda longitud, preferiblemente, al menos cinco veces la primera longitud o bien la segunda longitud. (Es decir, al menos tres o cinco veces sus longitudes individuales).

30 Como alternativa, si se requiere una gran amplitud de vibración, la relación de aspecto de las cuatro barras de conexión puede alterarse de manera que las longitudes individuales de la primera y segunda conexión sea igual a o mayor que la distancia entre sus extremos. Esta disposición, aunque menos rígida que la realización anterior, proporciona un mayor grado de desplazamiento para una vibración de mayor amplitud. En estas circunstancias, podría ser necesario un refuerzo adicional como se discute más adelante y con respecto al segundo aspecto.

35 Preferiblemente, se proporciona al menos un conjunto de refuerzo que forma una trayectoria de carga entre la base y el soporte móvil independiente de los conjuntos de accionamiento de soporte móvil. Preferiblemente, el conjunto de refuerzo comprende un elemento elástico que es menos rígido en traslación que en rotación.

40 Las cuatro barras de conexión que sobresalen de la geometría del conjunto de accionamiento pueden tener diversas formas. La primera conexión y la segunda conexión pueden tener la misma longitud, en cuyo caso, las cuatro barras de conexión serán un paralelogramo (si ambos extremos de las conexiones son equidistantes entre sí) o un trapecio (si no es así).

45 A continuación, se describe un ejemplo de simulador de vibraciones de conformidad con la presente invención, con referencia a las figuras adjuntas en las que:-

la FIGURA 1 es una vista en perspectiva de un primer simulador de vibraciones de conformidad con la presente invención;

50 la FIGURA 2 es una vista del simulador de la Figura 1 con la plataforma de movimiento retirada para más claridad;

la FIGURA 3 es una vista en detalle de una parte del simulador de la Figura 1 con la plataforma de movimiento retirada para más claridad;

55 la FIGURA 4 es una vista en detalle de una parte adicional del simulador de la Figura 1 con la plataforma de movimiento retirada para mayor claridad;

las FIGURAS 5a y 5b son vistas laterales esquemáticas de un accionador del simulador de la Figura 1;

60 la FIGURA 6 es una vista en perspectiva de una parte de un segundo simulador de vibraciones de conformidad con la presente invención;

las FIGURAS 7a - 7e son vistas esquemáticas de cinco configuraciones diferentes de parte de un accionador para un simulador de conformidad con la presente invención; y,

65 la FIGURA 8 es una vista en perspectiva de un tercer simulador de vibraciones de conformidad con la presente invención.

Volviendo a las Figuras 1 a 4, se muestra un simulador 100 de vibraciones de conformidad con la presente invención. El simulador 100 de vibraciones comprende una base 102, un soporte móvil en forma de plataforma 104 colocado por encima de la base en uso y tres conjuntos 106, 108, 110 de accionamiento individuales de plataforma que arrastran la plataforma 104 con relación a la base 102, como se describe a continuación. La plataforma 104 también se soporta sobre tres conjuntos 192, 194, 196 de soporte.

La base 102 es un elemento plano de tipo placa, conformado como un pentágono irregular de perfil. La base 102 tiene forma de triángulo con tres lados largos 112, 114, 116 con cada esquina del triángulo recortada para proporcionar tres lados cortos 118, 120, 122. La base 102 está montada sobre una superficie (normalmente un suelo) en uso. Como alternativa, la base puede ser el suelo con los componentes pertinentes sujetos directamente a la misma.

Volviendo a la plataforma 104, es similar a la base 102 en cuanto a que tiene forma de pentágono irregular formada a partir de un triángulo que tiene lados largos 126, 128, 130 con esquinas recortadas para formar lados cortos 132, 134, 136. En esta realización, la plataforma 104 tiene una forma idéntica a la de la base 102 y, en una posición neutra de los conjuntos 106, 108, 110 de accionamiento, está desplazada verticalmente con respecto a la misma.

En la Figura 2, la plataforma 104 se ha recortado de manera que el primer, segundo y tercer conjuntos 106, 108, 110 de accionamiento sean visibles. Los tres conjuntos 106, 108, 110 de accionamiento son sustancialmente idénticos (aparte de su orientación con respecto a la base 102), y como tal, solo el primer conjunto 106 de accionamiento se describirá en detalle.

El primer conjunto 106 de accionamiento comprende un motor eléctrico 138 que tiene un árbol 140 de propulsión que es accionado en rotación alrededor de un eje motor M por el motor 138. Se proporciona un cigüeñal motriz 142 que tiene una primera sujeción 144 al árbol en un primer extremo y una segunda sujeción 146 al árbol en un segundo extremo opuesto.

Se proporciona un brazo 148 de conexión ajustable que tiene una primera sujeción 150 al árbol en un primer extremo y una segunda sujeción 152 al árbol en un segundo extremo opuesto. Las formaciones 150, 152 de sujeción al árbol se forman como juntas esféricas giratorias con múltiples grados de libertad de rotación. La conexión ajustable 148 puede ajustarse en longitud de una manera conocida y según sea necesario cuando se instala el simulador 100.

El primer conjunto 106 de accionamiento comprende una primera montura 154 de eje y una segunda montura 156 de eje. Cada montura 154, 156 de eje se sujeta a la base 106 de manera que quede rígidamente sujeta a la misma. Cada montura 154, 156 de eje comprende un cojinete adecuado para recibir un eje. Cada cojinete es una junta cilíndrica capaz de proporcionar movimiento en un único grado de libertad de rotación. Las monturas 154, 156 de eje están separadas y próximas a los extremos opuestos del lado largo 112 de la base 102. Los ejes de articulación de las monturas 154, 156 de eje están alineados y paralelos con un único eje de articulación X. El eje de articulación X está ligeramente desplazado del primer lado largo 112 hacia el centro de la base 102.

Se proporciona un eje 158 que generalmente comprende un tubo alargado 160 con muñones del eje 162, 164 colocados respectivamente en ambos extremos.

Un cigüeñal 166 de arrastre se coloca y fija en el centro axial del eje 158. El cigüeñal 166 de arrastre comprende una primera placa 168 y una segunda placa 170, que son imágenes especulares, paralelas y desplazadas la una de la otra. En el extremo libre del cigüeñal 166 de arrastre (opuesto al eje 158) se ha provisto una formación 172, 174 receptora del árbol en cada una de las placas 168, 170, respectivamente. La formación 172, 174 de recepción del árbol está conectada a la formación 152 de sujeción de la junta esférica que permite la rotación en todos los grados de libertad de rotación.

En cada extremo del eje 158, se ha provisto un primer eje de cigüeñal 176 y un segundo eje de cigüeñal 178 respectivamente, proyectándose cada uno radialmente desde el mismo. Cada uno de los ejes de cigüeñal 176, 178 están fijados al eje 158 y cada cigüeñal define una junta esférica 180, 182 respectiva en el extremo opuesto al eje 158.

Se proporciona un primer eje de varilla 184 de acoplamiento ajustable y un segundo eje de varilla 186 de acoplamiento ajustable y pueden ajustarse en longitud tal y como se conoce en la técnica.

Se proporciona una primera montura 188 de varilla de acoplamiento y una segunda montura 190 de varilla de acoplamiento y se sujetan a la parte inferior de la plataforma 104 en los extremos respectivos del primer lado largo 126. Cada montura de varilla de acoplamiento comprende una junta esférica 189, 191 respectivamente.

El primer conjunto accionador 106 se ensambla como sigue.

Haciendo referencia a la Figura 3, el árbol 140 de propulsión está conectado al primer punto 144 de sujeción sobre el brazo 142 de cigüeñal, de manera que el brazo 142 de cigüeñal rote alrededor del eje motor M a medida que el árbol 140 es arrastrado por el motor 138. La segunda sujeción 146 de árbol del brazo 142 de cigüeñal está sujeta a la primera sujeción 150 de árbol de la conexión ajustable 148 a través de un muñón del árbol, de manera que la conexión 148 pueda rotar libremente con respecto al brazo 142 de cigüeñal alrededor de un primer eje L1 de conexión, así como realizar rotaciones menores alrededor de ejes perpendiculares a L1 (debido a que la sujeción

150 es una junta esférica). Cabe destacar que el brazo 142 de cigüeñal está configurado de modo que el árbol 140 de propulsión no interfiera con una rotación de 360 grados del brazo 142 de cigüeñal y no obstruya la conexión ajustable 148 cuando rota hasta 360 grados. Por lo tanto, el accionador 138 puede arrastrarse ininterrumpidamente.

5 La segunda sujeción 152 de árbol de la conexión ajustable 148 se coloca entre las formaciones 172, 174 receptoras del árbol de las placas 168, 170 del cigüeñal 166 de arrastre. Los componentes están sujetos entre sí de manera que la conexión ajustable 148 pueda rotar alrededor de un segundo eje L2 de conexión con respecto al cigüeñal 166 de arrastre (N.B. la conexión 148 también puede realizar rotaciones menores alrededor de otros ejes porque la formación 152 de sujeción es una junta esférica). El eje motor M, el primer eje L1 de conexión y el
10 segundo eje L2 de conexión son paralelos.

El eje 158 se monta en rotación alrededor del eje X de la junta, que también es paralelo al eje motor M, al primer eje L1 de conexión y al segundo eje L2 de conexión.

15 Cada una de las varillas 184, 186 de acoplamiento al eje está sujeta a las juntas esféricas 180, 182 de los ejes de cigüeñal 176, 178, de manera que las varillas 184, 186 de acoplamiento al eje puedan rotar con respecto a los ejes de cigüeñal 176, 178, en los tres grados completos de libertad de rotación. Las varillas 184, 186 de acoplamiento al eje se colocan junto a las monturas de eje respectivas para más rigidez.

20 Cada varilla 188, 190 de acoplamiento está sujeta a la parte inferior de la plataforma 104. Las monturas 188, 190 de las varillas de acoplamiento, por lo general, se montan paralelas y desplazadas del eje 158, de manera que una línea trazada entre las monturas 188, 190 de las varillas de acoplamiento sea paralela a y esté desplazada del primer lado largo 126 de la plataforma 104 y hacia el centro de la plataforma 104.

25 Las varillas 184, 186 de acoplamiento son paralelas y de igual longitud y, por tanto, forman una conexión de cuatro barras en forma de paralelogramo en todas las posiciones de la plataforma 104 con respecto a la base 102. De ese modo, la plataforma 104 está siempre paralela a la base 102 y no rota. Este intervalo de movimiento se muestra esquemáticamente en la Figura 7a.

30 La conexión de cuatro barras formada por las varillas 184, 186 de acoplamiento, la base 102 y la plataforma 104 está caracterizada por que las varillas 184, 186 tienen una longitud menor que la distancia entre sus respectivos extremos. En otras palabras en ambos extremos, las varillas 184, 186 de acoplamiento están separadas a una distancia mayor que sus respectivas longitudes. Esto le proporciona estabilidad al mecanismo y rigidez al simulador 100, que está sometido a fuerzas de reacción muy fuertes cuando está en uso. También cabe destacar
35 que las varillas 184, 186 de acoplamiento no son verticales y no son perpendiculares a los respectivos planos de la base 102 y la plataforma 104. Esto también le confiere rigidez al simulador 100.

Haciendo referencia a las Figuras 5a y 5b, la operación del primer conjunto accionador 106 se muestra esquemáticamente. Las Figuras 5a y 5b son vistas esquemáticas desde la dirección V de la Figura 2.

40 Si se comparan las Figuras 5a y 5b, la Figura 5a muestra el accionador 106 en su posición neutra de partida. La posición de la plataforma 104 una vez que se ha movido con una pequeña rotación en sentido horario del árbol 140 de propulsión del motor 138 se muestra en la Figura 5b (con la posición de partida indicada con una línea discontinua). Como se puede observar en la Figura 5b, la rotación del brazo 142 de cigüeñal empuja la conexión ajustable 148, que a su vez hace rotar
45 el cigüeñal 166 de arrastre y de ese modo el eje 158 alrededor de su eje principal. Los ejes de cigüeñal 176, 178 también se hacen rotar en sentido horario tirando así de las varillas 184, 186 de acoplamiento al eje y bajando la plataforma 104.

Como se muestra en la Figura 2, cada uno de los tres conjuntos accionadores 106, 108, 110 está colocado con una separación de 120 grados. En otras palabras, son equidistantes alrededor de la base 102 y la plataforma 104.

50 El movimiento proporcionado por el conjunto accionador 106 impulsa la plataforma 104 en una primera dirección D1. Esto es claramente a un ángulo de 120 grados al movimiento proporcionado por cualquiera de los conjuntos accionadores 108, 110 (D2 y D3 respectivamente). Tal movimiento viene permitido por el varillaje en forma de paralelogramo constituido por el eje 158, las varillas 184, 186 de acoplamiento al eje y la plataforma 104. El hecho de
55 que cada conjunto accionador 106, 108, 110 tenga un varillaje en forma de paralelogramo significa que el movimiento en traslación en los tres grados completos de libertad de la plataforma (es decir, un impulso en la dirección hacia adelante y hacia atrás, una oscilación en la dirección de lado a lado y un cabeceo en una dirección vertical) es posible.

Cabe destacar que cada uno de los tres conjuntos accionadores 106, 108, 110 puede activarse simultáneamente o de manera alternada para dotar de movimiento en uno o más de los tres grados de libertad.

60 Como se puede observar en la Figura 2, la plataforma 104 se monta sobre unos conjuntos 192, 194, 196 de soporte. Cada uno de los conjuntos 192, 194, 196 de soporte es sustancialmente idéntico y, por lo tanto, en el presente documento solo el conjunto 192 de soporte se describirá en detalle.

65

Con referencia a la Figura 3, el conjunto 192 de soporte comprende una placa base 198 que está sujeta a la base 102. Una almohadilla amortiguadora 200 se extiende verticalmente desde y perpendicular a la placa base 198 y está conectada a una montura 202 de plataforma. La montura 202 tiene forma de U, con una base 204 conectada a la almohadilla 200 y dos paneles 206, 208 laterales que se extienden hacia arriba que terminan en dos pestañas 210, 212 que se extienden hacia fuera y que están configuradas para montarse en la plataforma 104. Para hacer que el conjunto sea tan compacto como sea posible y para proporcionar un soporte adecuado para la plataforma 104, cada una de las monturas 202 de plataforma contiene parte del conjunto accionador 106, específicamente la conexión ajustable 148 que se asienta entre los paneles laterales 206, 208 dentro de la sección en U. Las almohadillas 200 también soportan el peso estático de la carga útil sobre la plataforma 102.

Un método alternativo o adicional para inhibir la rotación de guiñada (es decir, la rotación alrededor de un eje vertical) puede observarse en la Figura 6. La Figura 6 muestra un soporte 214 de plataforma inhibidor de guiñada que tiene un primer pie 216 y un segundo pie 218 configurados para conectarse a la base 102.

Cada pie 216, 218 está conectado a un elemento 220, 222 vertical de tipo placa respectivamente y cada elemento 220, 222 de placa a un elemento horizontal 224, 226 respectivamente. Como tal, se forman dos patas 228, 230 que generalmente están conformadas en forma de "L" invertida en sección transversal.

Entre las patas 228, 230 se ha provisto una placa central 232 relativamente rígida, que conecta los elementos horizontales 224, 226. La placa central 232 es cuadrada y los elementos horizontales 224, 226 se conectan a la misma a lo largo de dos lados opuestos. Extendiéndose desde los lados restantes de la placa central 232, se proporcionan dos elementos horizontales 234, 236 adicionales que son similares a los elementos horizontales 224, 226, pero que se extienden a 90 grados en un plano horizontal. Los elementos horizontales 234, 236 se unen a dos elementos verticales 238, 240 adicionales. Los elementos horizontales y los elementos verticales forman de ese modo dos brazos 242, 244 con forma de "L", respectivamente. Cada uno de los brazos 242, 244 termina en una montura 246, 248 de plataforma que se conecta a la plataforma 104.

Cada una de las patas 228, 230 y brazos 242, 244 están contruidos a partir de un material seleccionado para que sea flexible y elástico cuando se doble, pero rígido a la cizalla (tal como una lámina de metal). Como tal, cada uno de estos elementos actúa como un resorte de ballesta. La forma en "L" de los brazos y patas y el hecho de que se dispongan a 90 grados entre sí, significa que el soporte 214 permite algún movimiento en las tres direcciones de traslación completas y también permite la rotación de la plataforma con respecto a la base alrededor de ambos ejes horizontales. El único grado de libertad que se ve severamente limitado por el soporte 214 es el grado de libertad de guiñada; es decir, la rotación alrededor del eje vertical. Esto se debe principalmente a la forma en la que la placa central 232 y los miembros horizontales 224, 226, 234, 236 están orientados horizontalmente.

Las variaciones entran dentro del ámbito de la presente invención.

Por ejemplo, las monturas 188, 190 de la varilla de acoplamiento pueden moverse para ajustar la orientación de las varillas 184, 186 de acoplamiento. La Figura 7a muestra las varillas de acoplamiento, paralelas, de igual longitud que aseguran una plataforma 104 no rotatoria (como se ha descrito anteriormente).

Como se muestra en la Figura 7b, las varillas paralelas, de igual longitud, que divergen hacia la plataforma dan como resultado un movimiento en traslación y en rotación alrededor de un punto por debajo de la plataforma. Esto puede resultar útil, p. ej., para simulaciones de terremotos.

Como se muestra en la Figura 7c, las varillas de acoplamiento no paralelas, de igual longitud, proporcionan una rotación alrededor de un punto por encima de la plataforma. Esto puede resultar útil para evaluar las vibraciones, p. ej., de estructuras suspendidas.

Las realizaciones de las Figuras 7d (longitudes desiguales, pero paralelas) y la Figura 7e (longitudes desiguales y no paralelas) también proporcionan diferentes tipos de movimiento.

Volviendo a la Figura 8, en esta se muestra un simulador 300 de vibraciones que es similar al simulador 100. Al igual que el simulador 100, el simulador 300 comprende una base 302, un soporte móvil en forma de plataforma (no se muestra) colocado por encima de la base en uso y tres conjuntos 306, 308, 310 de accionamiento individuales de plataforma que arrastran la plataforma con relación a la base 302, como se describe a continuación. La plataforma también se soporta sobre tres conjuntos 392, 394, 396 de soporte.

Las diferencias entre los simuladores 100 y 300 se exponen a continuación.

En lugar de dos monturas 154, 156 de eje, el primer conjunto 306 de accionamiento comprende una primera montura 354 de eje, una segunda montura 355 de eje, una tercera montura 356 de eje y una cuarta montura 357 de eje. Cada montura 354, 355, 356, 357 de eje se sujeta a la base 306 de manera que quede rígidamente sujeta a la misma. Cada montura 354, 355, 356, 357 de eje comprende un cojinete adecuado para recibir un eje. Cada cojinete

ES 2 404 666 T3

es una junta cilíndrica capaz de proporcionar movimiento en un único grado de libertad de rotación. Los ejes de las juntas de las monturas 354, 355, 356, 357 de eje están alineados y son paralelos a un único eje de junta X.

5 Se proporciona un eje 358. El eje 358 está montado en rotación alrededor del eje X y se soporta entre la primera y cuarta monturas 354, 357 de eje. El eje también se soporta a medio camino a lo largo de la tercera y la cuarta monturas 356, 357 de eje. La segunda y tercera monturas 355, 356 de eje son adyacentes.

10 Al igual que el simulador 100, un cigüeñal 366 de arrastre está colocado y fijado en el punto medio del eje 358, a ambos lados de la tercera y cuarta monturas 355, 356. El cigüeñal 366 de arrastre comprende una primera placa 368 y una segunda placa 370, que son imágenes especulares, paralelas y desplazadas la una de la otra. En el extremo libre del cigüeñal 366 de arrastre (opuesto a los ejes 358, 359) se ha provisto una formación 372, 374 receptora del árbol en cada una de las placas 368, 370, respectivamente. El árbol que recibe las formaciones 372, 374 está conectado a una varilla de empuje de manera muy similar al simulador 100.

15 La provisión de dos soportes extra en el centro del eje permite una mayor rigidez y estabilidad.

20 La Figura 8 también muestra seis soportes 400, 402, 404, 406, 408, 410 temporales y opcionales. Estos soportes mantienen la plataforma en su sitio si cualquiera de los conjuntos de accionamiento o soportes permanentes necesitan mantenimiento o ser sustituidos.

REIVINDICACIONES

1. Un simulador (100) de movimiento que comprende:
 una base (102);
 un soporte móvil (104) colocado por encima de la base (102) en uso;
 al menos tres conjuntos (106, 108, 110) de accionamiento del soporte móvil que conectan la base al soporte móvil (104), comprendiendo cada conjunto (106, 108, 110) de accionamiento del soporte móvil: un accionador (138);
 una primera conexión (184) que tiene un primer extremo conectado a la base (102) de manera que el primer extremo de la primera conexión (184) puede ser arrastrado por el accionador para describir un *locus* al menos parcialmente circular alrededor de un primer eje (X);
 una segunda conexión (186) que tiene un primer extremo conectado a la base (102) de manera que el primer extremo de la segunda conexión (186) puede ser arrastrado por el accionador para describir un *locus* al menos parcialmente circular alrededor del primer eje (X);
 en el que la primera y segunda conexiones (184, 186) están conectadas al soporte móvil (104) por los respectivos segundos extremos;
 en el que la primera y segunda conexiones (184, 186) comprenden juntas universales (180, 182) en cada uno de sus primer y segundo extremos respectivos;
 en el que los primeros extremos respectivos de la primera y segunda conexiones (184, 186) están separados; y,
 en el que los respectivos segundos extremos de la primera y segunda conexiones (184, 186) están separados, en el que cada conjunto (106, 108, 110) de accionamiento del soporte móvil comprende:
 un primer cigüeñal (176) montado en la base para rotación alrededor del primer eje (X), cuyo primer cigüeñal (176) está conectado a la junta universal (180) en el primer extremo de la primera conexión (184) en el que cada conjunto (106, 108, 110) de accionamiento de soporte móvil comprende un eje (158) montado en la base para rotación alrededor del primer eje, y el primer cigüeñal (176) se extiende radialmente desde el eje, en el que cada uno de los conjuntos (106, 108, 110) de accionamiento de soporte móvil comprende un cigüeñal (166) de arrastre que se extiende radialmente desde el eje (158), cuyo cigüeñal (166) de arrastre es arrastrado por el accionador (138).
2. Un simulador (100) de movimiento según la reivindicación 1, en el que el soporte móvil es una plataforma.
3. Un simulador (100) de movimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que al menos un conjunto (106, 108, 110) de accionamiento de soporte móvil comprende un segundo cigüeñal (178) que se extiende radialmente desde el eje (158), cuyo segundo cigüeñal (178) está conectado a la junta universal (182) en el primer extremo de la segunda conexión (186).
4. Un simulador (100) de movimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que en al menos un conjunto (106, 108, 110) de accionamiento de soporte móvil el cigüeñal (166) de arrastre es arrastrado por una varilla (148) de empuje, que a su vez es arrastrada por un cigüeñal accionador (142) arrastrado en rotación por el accionador (138).
5. Un simulador (100) de movimiento según la reivindicación 4, en el que en al menos un conjunto (106, 108, 110) de accionamiento de soporte móvil el cigüeñal accionador (142) está dispuesto para ser arrastrado hasta 360 grados.
6. Un simulador (100) de movimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que en al menos un conjunto (106, 108, 110) de accionamiento de soporte móvil:
 la primera conexión (184) tiene una primera longitud;
 la segunda conexión (186) tiene una segunda longitud; y,
 en el que la distancia entre los primeros extremos respectivos de las conexiones, y los segundos extremos respectivos de las conexiones es mayor que la primera o la segunda longitud.
7. Un simulador (100) de movimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende al menos un conjunto (192) de refuerzo que forma una trayectoria de carga entre la base y el soporte móvil independiente de los conjuntos (106, 108, 110) de accionamiento de soporte móvil.
8. Un simulador (100) de movimiento según la reivindicación 7 en el que el conjunto (192) de refuerzo comprende un elemento elástico (200) que es menos rígido en traslación que en rotación.
9. Un simulador (100) de movimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que en al menos un conjunto (106, 108, 110) de accionamiento de soporte móvil:
 la primera conexión (184) y la segunda conexión (186) tienen la misma longitud.
10. Un simulador (100) de movimiento según la reivindicación 9, en el que en al menos un conjunto (106, 108, 110) de accionamiento de soporte móvil:

en el que los primeros extremos respectivos de la primera y segunda conexiones (184, 186) están separados a una distancia; y,
en el que los segundos extremos respectivos de la primera y segunda conexiones (184, 186) están separados por la misma distancia que los respectivos primeros extremos.

- 5
11. Un simulador (100) de movimiento según la reivindicación 9, en el que en al menos un conjunto (106, 108, 110) de accionamiento de soporte móvil:
en el que los primeros extremos respectivos de la primera y segunda conexiones (184, 186) están separados a una primera distancia; y,
10 en el que los segundos extremos respectivos de la primera y segunda conexiones (184, 186) están separados a una segunda distancia, diferente a la primera distancia.

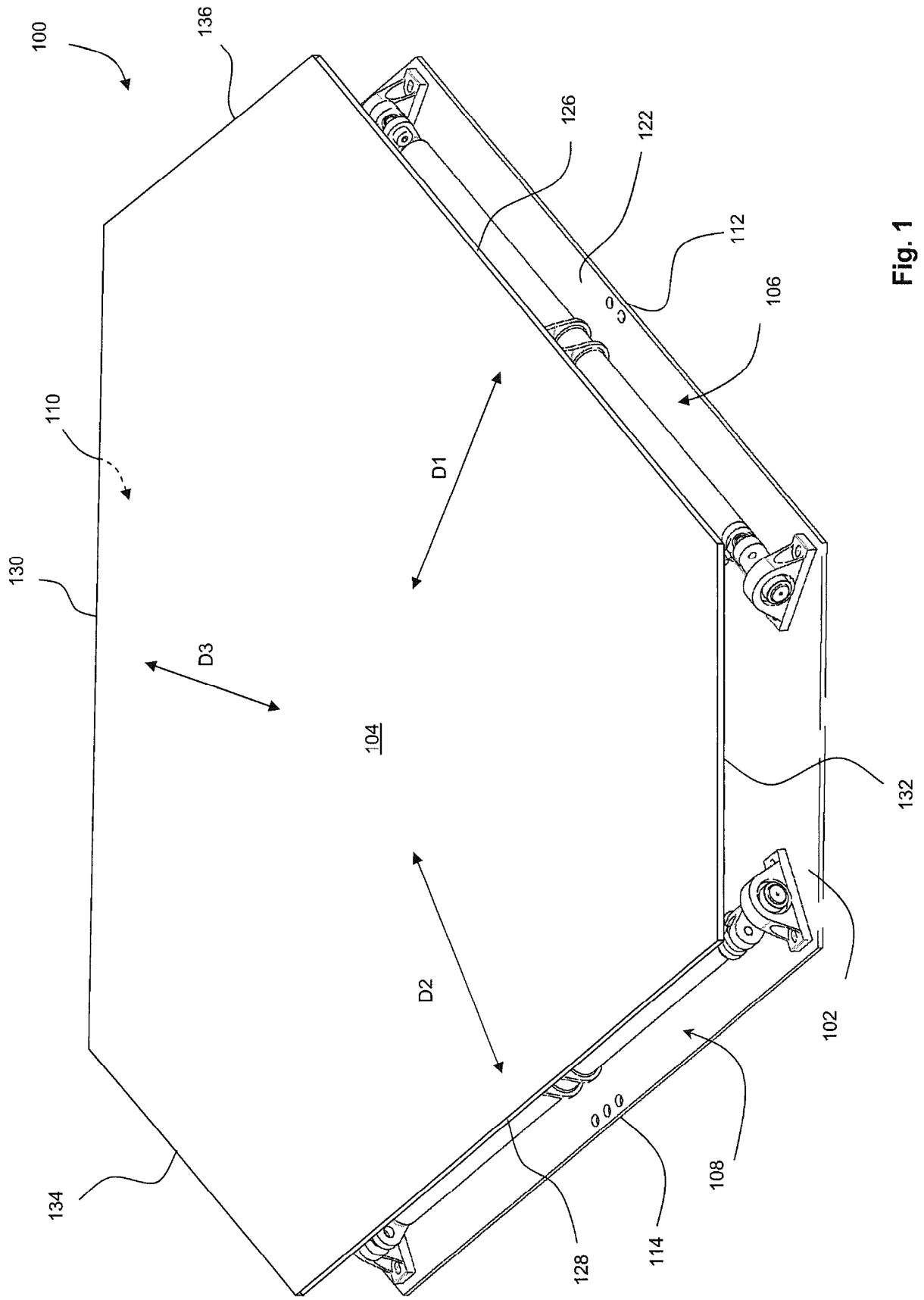


Fig. 1

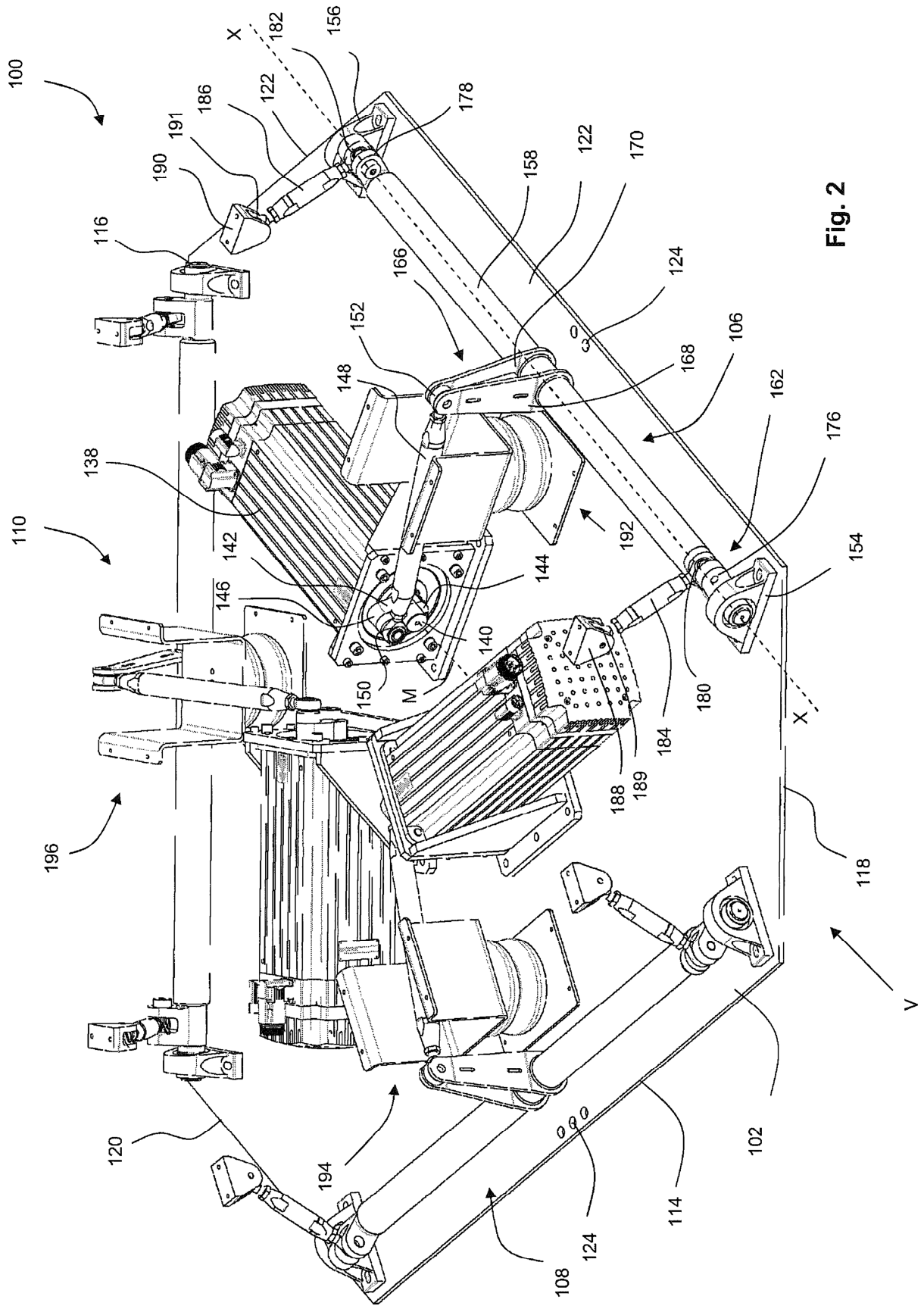


Fig. 2

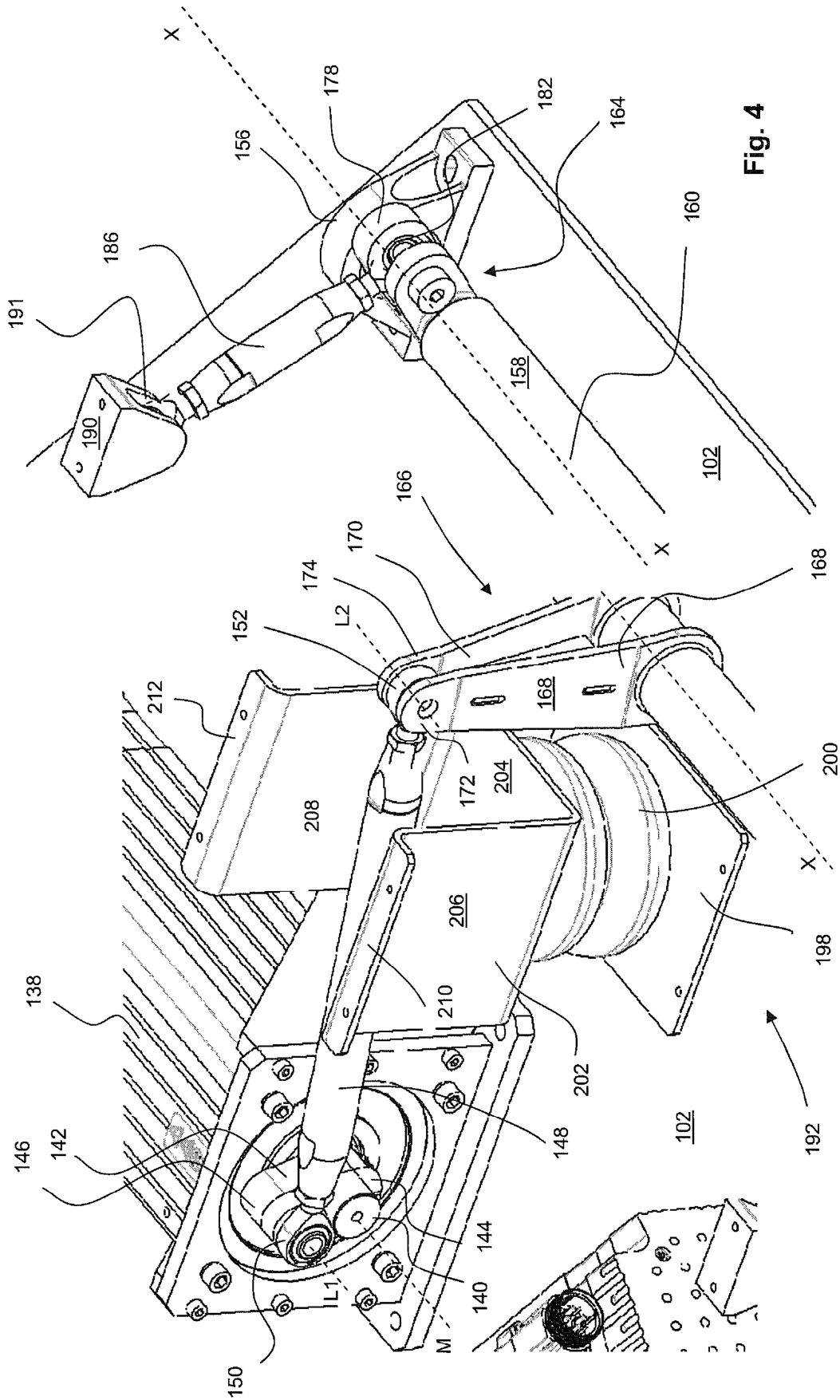
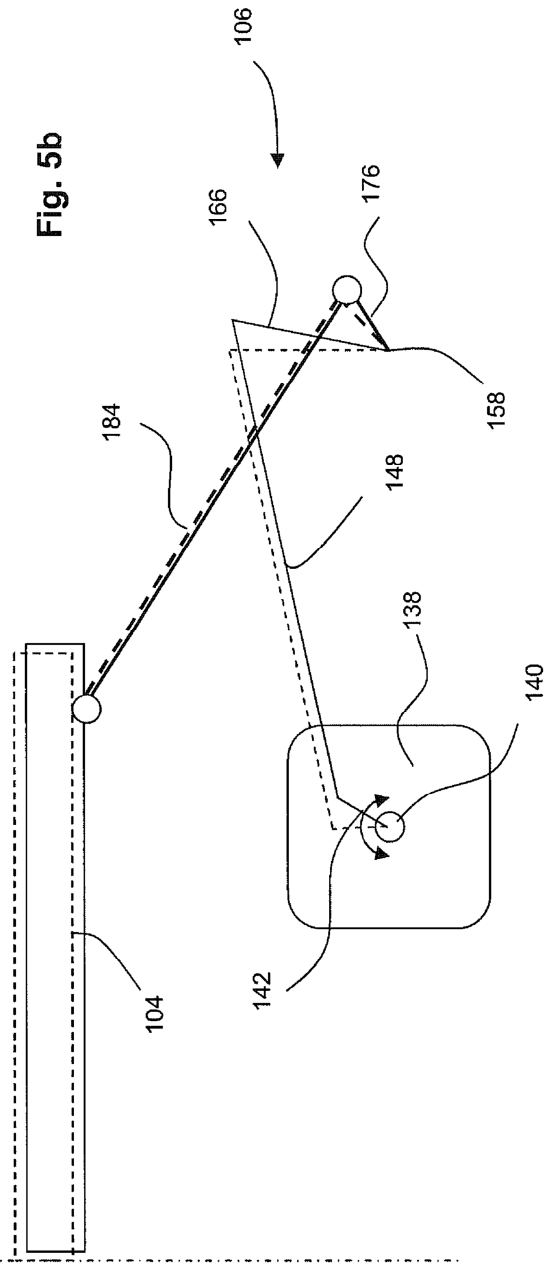
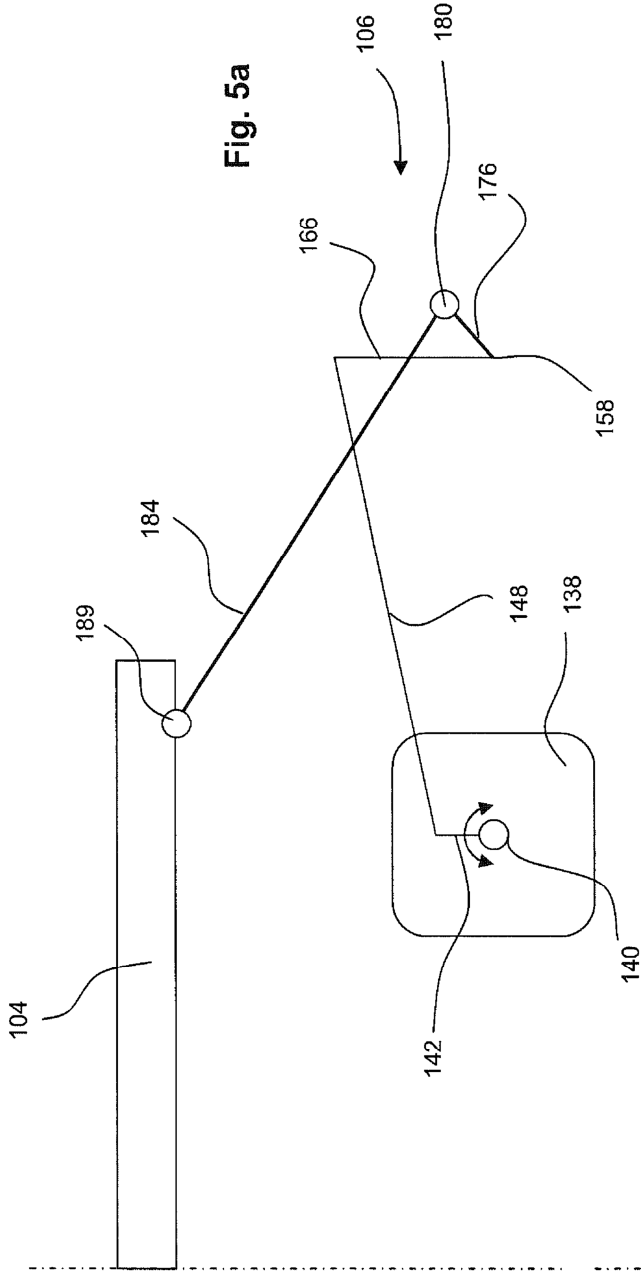


Fig. 4

Fig. 3



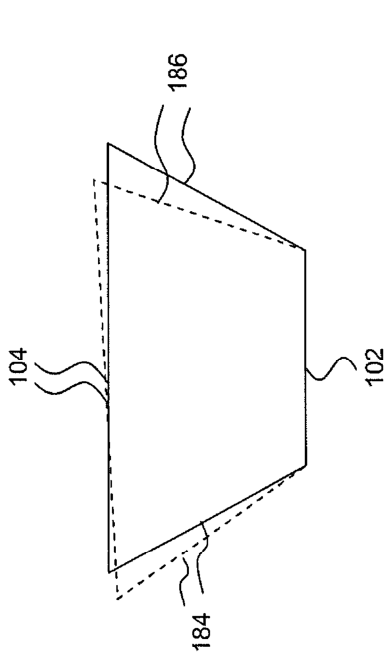


Fig. 7a

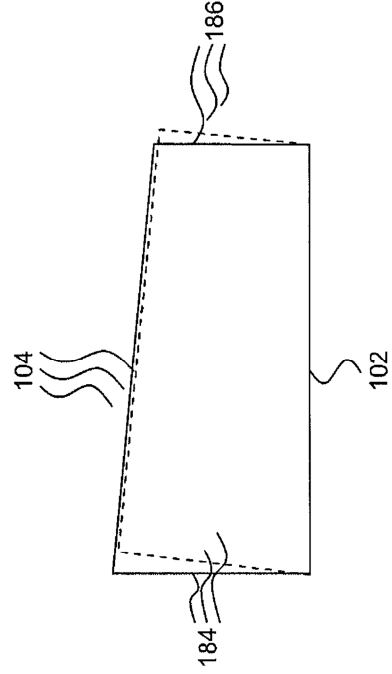


Fig. 7b

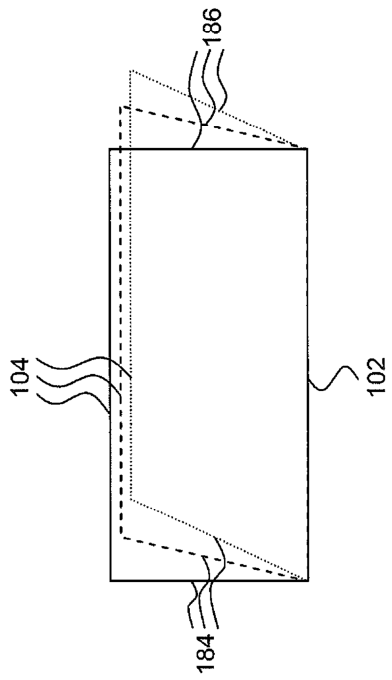


Fig. 7c

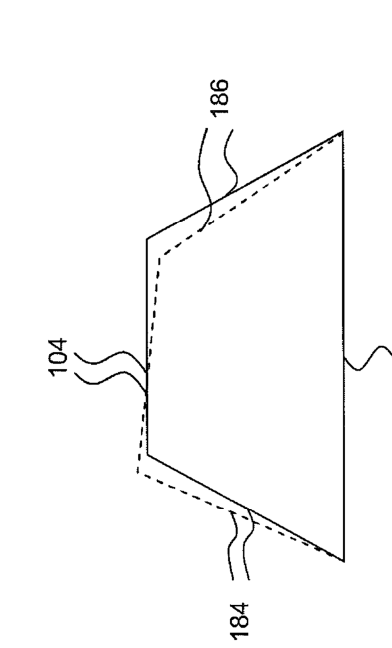


Fig. 7d

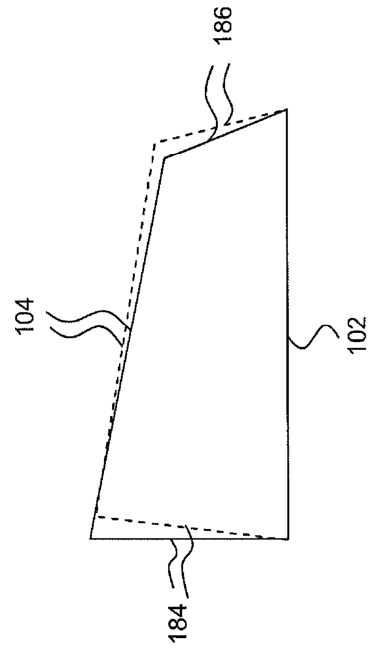


Fig. 7e

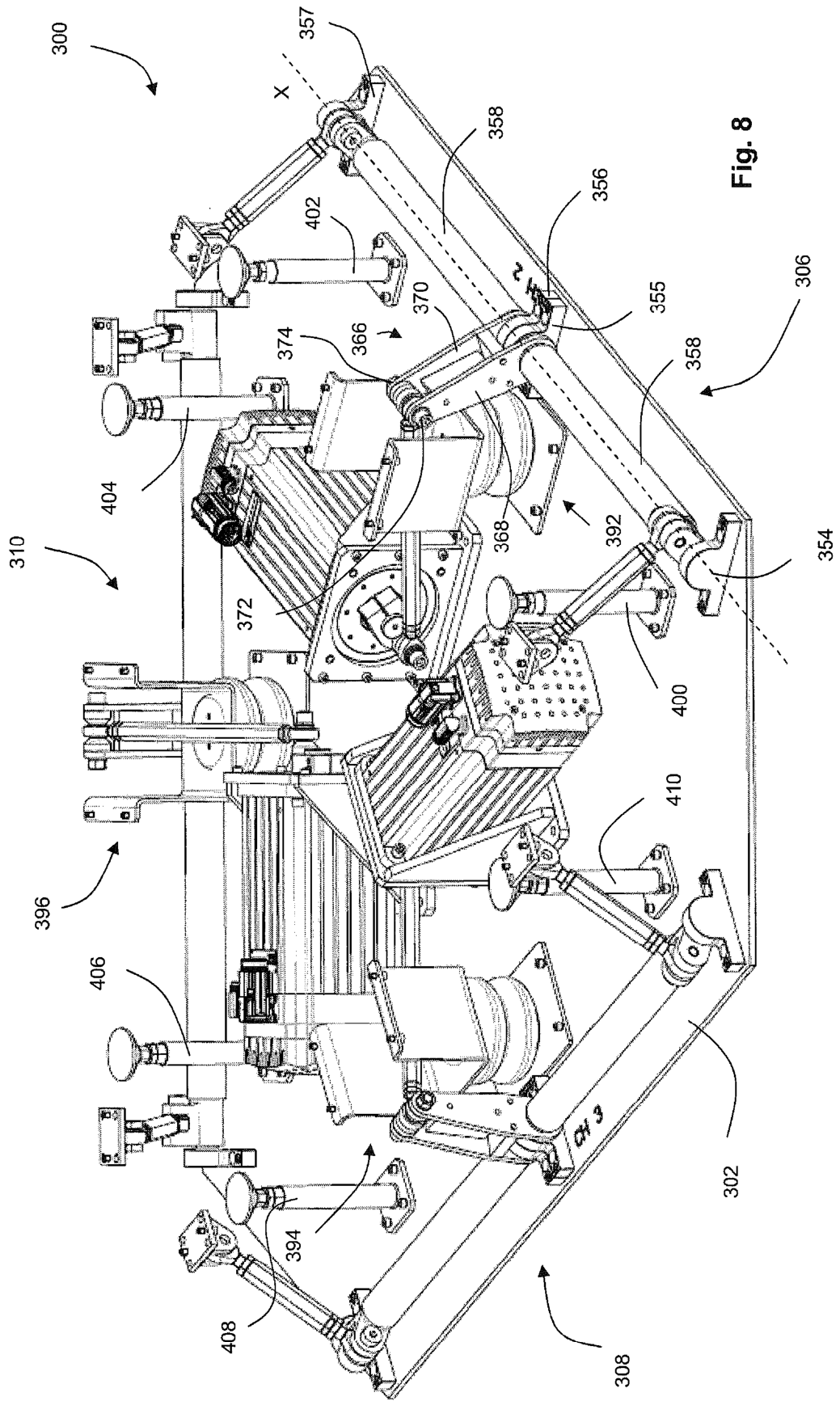


Fig. 8