

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 419**

51 Int. Cl.:
G09B 9/04 (2006.01)
G09B 9/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **00122007 .8**
- 96 Fecha de presentación: **09.10.2000**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **1096461**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.05.2001**

54 Título: **Sistema de movimiento**

30 Prioridad:
28.10.1999 DE 19951919

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.08.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.08.2012

73 Titular/es:
**RHEINMETALL DEFENCE ELECTRONICS GMBH
BRÜGGEWEG 54
28309 BREMEN, DE**

72 Inventor/es:
Wilkens, Rolf

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

ES 2 386 419 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

Sistema de movimiento.

La invención se refiere a un sistema de movimiento para el movimiento de una plataforma, en particular a un dispositivo para la simulación de movimientos de vehículo del tipo definido en el preámbulo de la reivindicación 1.

5 En un dispositivo conocido para la simulación de aceleraciones longitudinales y transversales en una cabina de vehículo (DE 195 42 869 C1), los carriles que pertenecen al plano inferior de movimiento están dispuestos sobre un bastidor de base fijo en el espacio y los carriles que pertenecen al plano de movimiento superior están dispuestos sobre el lado interior, vuelto hacia el bastidor de base, de la plataforma que soporta la cabina del vehículo. Los carriles superiores e inferiores están presentes, respectivamente, por parejas, y cada pareja de carriles está
10 configurada de manera ascendente de forma angular desde el centro hacia el extremo delantero y trasero, de manera que las dos parejas de carriles están dispuestas en ángulo recto entre sí. Sobre cada uno de los carriles acodados marcha una pareja de vagones de rodadura dispuestos a distancia longitudinal fija unos con respecto a los otros, de manera que los vagones de rodadura de los carriles superiores están acoplados, respectivamente, con un vagón de rodadura de los carriles inferiores a través de una conexión móvil con tres ejes de rotación para formar una
15 unidad de vagones de rodadura. De esta manera, están presentes cuatro unidades de vagones de rodadura, dos de los cuales son accionados, respectivamente, y en concreto, dos vagones de rodadura a lo largo de los carriles inferiores y dos vagones de rodadura a lo largo de los carriles superiores.

La invención tiene el cometido de crear un sistema de movimiento del tipo mencionado al principio, que posibilita una reproducción muy buena de movimientos deseados, que se producen realmente en la plataforma, que está concebido, además, de tal manera que la plataforma se puede realizar con masa reducida y de esta manera o bien absorber una carga útil alta o se puede mover, en particular acelerar con una potencia de accionamiento reducida, y se puede realizar robusta y con costes de obtención relativamente reducidos.

El cometido se soluciona a través de las características de la reivindicación 1.

25 El sistema de movimiento de acuerdo con la invención, que permite un movimiento de la plataforma en tres grados de libertad, tiene la ventaja de que a través de los carriles superiores dispuestos directamente en el lado inferior de la plataforma sin soportes intermedios, el plano de movimiento formado por la plataforma y los carriles presenta una masa extremadamente pequeña y de esta manera puede absorber una carga útil alta, como por ejemplo en un simulador de vehículo una cabina de conductor con o sin sistema de movimiento de la cabina y sistema de visión. El apoyo de la carga útil alta se realiza a través del propio diseño y no a través de actuadores o los accionamientos para el movimiento de la plataforma. A través de la construcción de carriles descrita, el sistema de movimiento posee una altura de construcción extremadamente baja.

El sistema de movimiento presenta una construcción robusta y estable y se puede fabricar económicamente, puesto que también se pueden adquirir en el comercio carriles de guía con diversas dimensiones. La plataforma con preferencia de forma redonda circular se puede componer fácilmente a partir de segmentos circulares iguales. Los accionamientos necesarios para el movimiento de la plataforma, cuyo número corresponde al número de las unidades de vagones de rodadura, se pueden realizar por medio de motores de engranaje de venta en el comercio.

Las formas de realización convenientes del sistema de movimiento de acuerdo con la invención con desarrollos y configuraciones ventajosas de la invención se deducen a partir de las otras reivindicaciones.

40 De acuerdo con una forma de realización ventajosa de la invención, los carriles inferiores están dispuestos en un plano y las conexiones móviles entre los vagones de rodadura de las unidades de vagones de rodadura están configuradas como cojinetes giratorios con eje de cojinete paralelo al eje vertical de la plataforma. Con preferencia, en este caso los carriles inferiores están fijados sobre un cimiento plano liso. Con esta variante del sistema se puede desplazar la plataforma en dirección longitudinal y en dirección transversal, pudiendo superponerse adicionalmente a los movimientos de traslación un movimiento giratorio. En cada posición de desplazamiento se puede girar la
45 plataforma también exclusivamente alrededor de su eje vertical. La aplicación para un sistema de movimiento de este tipo ofrece, además de la simulación de movimientos del vehículo, también la estructura de la herramienta y la robótica. A través de modificaciones en la forma y disposición de los carriles se puede influir dentro de límites en el ciclo de movimiento.

De acuerdo con una forma de realización preferida de la invención, los carriles inferiores están fijados sobre rampas ascendentes en forma de cuña o sobre la pared interior de embudo de una consola de base en forma de embudo. La conexión móvil entre los vagones de rodadura de una unidad de rodadura presenta entonces tres ejes de rotación ortogonales. Con preferencia, esta conexión móvil está realizada a través de una articulación esférica, siendo posible también una articulación cruzada giratoria alrededor del eje vertical. De manera más conveniente se prevén tres rampas, que están incorporadas en un bastidor de base realizado como construcción de acero. La posición y la
50 alineación del bastidor de base durante el montaje no son críticas, puesto que una construcción triangular siempre es estable. Con esta variante del sistema se puede girar la plataforma exclusivamente alrededor de su eje vertical y se puede desplazar en movimiento puramente de traslación o en movimiento de traslación con movimiento giratorio superpuesto en dirección longitudinal y en dirección transversal con inclinación simultánea. En este caso, con una
55

selección correspondiente de los gradientes de los carriles inferiores y de las dimensiones de la plataforma (en el caso de una plataforma redonda circular, sus diámetros) son posibles articulaciones grandes. De la misma manera se pueden representar movimientos de guiñada de la plataforma. Esta variante del sistema se prefiere en simuladores para la reproducción de movimientos de marcha de un vehículo agrícola. A través de la inclinación simultánea de la plataforma durante el desplazamiento de traslación se puede aprovechar la acción de la fuerza de la gravedad para la reproducción de aceleraciones duraderas. Las aceleraciones verticales se pueden mantener por debajo del límite de percepción.

La invención se describe en detalle a continuación con la ayuda de ejemplos de realización representados en el dibujo. En este caso:

10 La figura 1 muestra una vista en planta superior esquemática, que sirve para la explicación del modo de funcionamiento, de un sistema de movimiento de acuerdo con un primer ejemplo de realización.

La figura 2 muestra una representación más constructiva de la vista en planta superior del fragmento II en la figura 1 con la plataforma retirada.

15 La figura 3 muestra de forma fragmentada una sección a lo largo de la línea III – III en la figura 2 del sistema de movimiento con plataforma.

La figura 4 muestra de forma fragmentada una sección a lo largo de la línea IV – IV en la figura III.

La figura 5 muestra una vista lateral esquemática en la dirección de la flecha V en la figura 7 de un sistema de movimiento de acuerdo con un segundo ejemplo de realización.

La figura 6 muestra una vista esquemática en la dirección de la flecha VI en la figura 7.

20 La figura 7 muestra una vista inferior esquemática en la dirección de la flecha VII en la figura 5.

La figura 8 muestra una representación ampliada de la sección VIII – VIII en la figura 7.

El sistema de movimiento representado en las figuras 1 a 4 y en las figuras 5 a 8 en dos ejemplos de realización para el movimiento de una plataforma 10 presenta carriles dispuestos en dos planos de movimiento superpuestos, cuyos carriles inferiores 111, 112, 113 están tendidos fijos en el espacio y cuyos carriles superiores 12 (figuras 1 a 4) o bien 121, 122, 123 (figura 7) están fijados sobre el lado inferior 10a, dirigido hacia los carriles inferiores 111 a 113 (figuras 3 y 4) de la plataforma 10. Los tres carriles inferiores 111 a 113 en este caso están dispuestos en forma de estrella entre sí y están alineados desplazados entre sí en ángulo de giro iguales, mientras que los carriles superiores 12 o bien 121 a 123 están configurados en forma de arco y están alineados a nivel entre sí en una trayectoria circular. En el ejemplo de realización de la figura 1, los carriles superiores están configurados de tal forma que se unen entre sí en el extremo y forman un carril circular 12 de una sola pieza. En el ejemplo de realización de las figuras 1 a 4, los tres carriles inferiores están dispuestos en un plano y en este caso con preferencia están fijados sobre un cimientado plano 14, mientras que en el ejemplo de realización de las figuras 5 a 8, los carriles 111 a 113 están fijados sobre rampas 15 ascendentes en forma de cuña, cuyo gradiente se puede seleccionar igual y libre. En lugar de rampas 15 individuales no representadas aquí, los carriles 111 a 113 se pueden fijar sobre la pared interior del embudo de una consola de base en forma de embudo. La plataforma 10 está configurada con preferencia de forma redonda circular y está compuesta por tres segmentos circulares 101, 102, 103, y los carriles superiores 121, 122, 123 o bien el carril circular 12 están fijados concéntricamente al eje vertical 13 de la plataforma 10 directamente sobre la plataforma 10.

En el ejemplo de realización de las figuras 1 a 4, sobre cada uno de los tres carriles inferiores 111 a 113 está dispuesto, respectivamente, un vagón de rodadura inferior 16 y sobre el carril circular 12 se pueden desplazar, en total, tres vagones de rodadura superiores 17. El número de los vagones de rodadura superiores 17 se ajusta al número de los vagones de rodadura inferiores 16. Un vagón de rodadura inferior 16 respectivo está unido con un vagón de rodadura superior 17 a través de una conexión móvil para formar una unidad de vagones de rodadura 18, como se representa en las figuras 2 a 4. En la figura 1, las unidades de vagones de rodadura 18 solamente se indican de forma simbólica por medio de un círculo. La figura 2 muestra una representación constructiva del fragmento ampliado II en la figura 1 con la unidad de vagones de rodadura 18, que es desplazable, por una parte, sobre el carril inferior 112 y, por otra parte, sobre el carril circular superior 12. Las dos unidades de vagones de rodadura 18 restantes, que están asociadas a los carriles inferiores 111 y 113, están configuradas idénticas. En la representación en la figura 2, la plataforma 10 se ha omitido para mayor claridad. Las figuras 3 y 4 muestran secciones correspondientes del fragmento II cuando la plataforma 10 está montada, que se aplican de la misma manera para las otras dos unidades de vagones de rodadura 18.

Como se deduce a partir de las figuras 2 a 4, el vagón de rodadura superior 17 presenta un soporte 19, sobre cuya superficie asociada al carril circular superior 12 están dispuestas dos zapatas de deslizamiento o zapatas de rodadura 20 iguales dispuestas a distancia entre sí, que solapan, respectivamente, el carril circular superior 12. Entre las dos zapatas de deslizamiento o de rodadura 20 está fijado sobre el soporte 19 un motor de engranaje eléctrico 21, sobre cuyo árbol de accionamiento de salida se asienta fijo contra giro un piñón dentado 22. El piñón

dentado 22 engrana con una cremallera 23 en forma de arco circular, concéntrica al eje vertical 13 de la plataforma 10, que está dispuesta sobre la plataforma 10. En el ejemplo de realización de las figuras 2 a 4, la cremallera 23 está configurada en la periferia de la plataforma 10 de forma circular. La conexión móvil entre el vagón de rodadura superior 17 y el vagón de rodadura inferior 16 se establece por medio de un cojinete giratorio 24, que está fijado, por una parte, en el lado inferior del soporte 19 y, por otra parte, sobre el lado superior del vagón de rodadura 16 y cuyo eje de cojinete está alineado paralelamente al eje vertical 13 de la plataforma 10.

El modo de funcionamiento del sistema de movimiento se ilustra en la figura 1. Partiendo de la posición de base representada de forma esquemática en la figura 1, se puede desplazar la plataforma 10 a través de la activación correspondiente de los motores de engranaje 21 en dirección longitudinal y en dirección transversal, pudiendo superponerse todavía adicionalmente al movimiento de traslación opcionalmente un movimiento giratorio alrededor del eje vertical 13. Para la ilustración del modo de funcionamiento, se indican con líneas de trazos en la figura 1 diferentes posiciones de la plataforma con A, B, C y D. Si se accionan, por ejemplo, los piñones dentados 22, que engranan con la cremallera 23 por los motores de engranaje 21 sobre las tres unidades de vagones de rodadura 18 con diferentes ángulos de giro, pero adaptados entre sí, entonces se puede desplazar la plataforma 10 sin ninguna rotación a su posición A. Si se invierten en este caso los sentidos de giro de los motores de engranaje 21 de las unidades de vagones de rodadura 18 sobre los carriles inferiores 111, 112, 113, entonces se desplaza la plataforma 10 sin ningún movimiento giratorio a la posición B. Si se desea superponer durante el desplazamiento de la plataforma 10 a la posición A o a la posición B sobre el movimiento de traslación un movimiento giratorio, entonces el motor de engranaje 21 de la unidad de vagones de rodadura 18 permanece desconectado sobre el carril inferior 111. De acuerdo con cuál de los motores de engranaje 21 de las unidades de vagones de rodadura 18 que se gire sobre los dos carriles inferiores 112 y 113 con el ángulo de giro mayor, se articula la plataforma 10 alrededor de la unidad de vagones de rodadura 18 sobre el carril de rodadura 111 a la posición A o B. De manera alternativa, se puede realizar también el mismo movimiento de articulación de la plataforma 10 activando todos los tres motores de engranaje 21 de las unidades de vagones de rodadura 18 y haciendo girar la plataforma 10 alrededor de ángulos correspondientes en una u otra dirección. Las posiciones adoptadas por las unidades de vagones de rodadura 18 sobre los carriles individuales se indican con línea de trazos para la posición A y con puntos y trazos para la posición B. Si debe desplazarse la plataforma 10 en dirección longitudinal, por ejemplo a la posición C y D, entonces el motor de engranaje 21 de la unidad de vagones de rodadura 18 permanece desconectado sobre el carril 111, y los dos motores de engranaje 21 de las unidades de vagones de rodadura 18 sobre los carriles 112 y 113 son accionados con un ángulo de giro de la misma magnitud en sentido de giro inverso. Según el sentido de giro de los motores de engranaje 21 se desplaza la plataforma 10 sin superposición de una rotación a la posición C o a la posición D. Si se conecta, por ejemplo, solamente el motor de engranaje 21 de la unidad de vagones de rodadura 18 desplazables sobre el carril 111 y los motores de engranaje 21 de las otras dos unidades de vagones de rodadura 18 permanecen inactivos, entonces se desplaza y se gira la plataforma 10 de tal manera que la distancia entre las unidades de vagones de rodadura 18 con los motores de engranaje inactivos 21 permanece constante y se modifican las distancias entre las otras dos unidades de vagones de rodadura 18. De esta manera, las unidades de vagones de rodadura 18 se desplazan sobre los carriles 111, 112 y 113 y se gira y se desplaza la plataforma 10. En cada posición se puede girar la plataforma 10 a través de marcha sincrónica de todos los tres motores de engranaje 21 sin desplazamiento de la posición alrededor de su eje vertical 13.

En el ejemplo de realización del sistema de movimiento según las figuras 5 a 8 con carriles inferiores 111 a 113 no dispuestos en un plano sino sobre rampas ascendentes 15 así como con tres carriles superiores 121 a 123 individuales dispuestos alineados en el lado inferior 10a de la plataforma 10 sobre un arco circular, de nuevo sobre cada carril inferior 111 a 113 es desplazable un vagón de rodadura 16 y sobre cada carril superior 121 a 123 es desplazable un vagón de rodadura 17 superior. Los vagones de rodadura 16, 17 están reunidos de nuevo a través de una unión articulada para formar una unidad de vagones de rodadura 18. La unión articulada presenta aquí tres ejes de rotación ortogonales y está realizada –como se puede ver en la figura 8– por medio de una articulación esférica 25. En lugar de una articulación esférica 25 se puede utilizar también una articulación cruzada giratoria alrededor del eje vertical 13. Como se representa en la figura 8, cada vagón de rodadura 16 o bien 17 solapa el carril 111 a 113 o bien 121 a 123 asociado y se apoya sobre elementos de rodamiento 26 en los carriles 111 a 113 o bien 121 a 123. En las figuras 5 a 7 se indican todas las tres unidades de vagones de rodadura 18 solamente por medio de círculos.

Los accionamientos giratorios necesarios entre las unidades de vagones de rodadura 18 y la plataforma 10 están configurados aquí como accionamientos de correa 27, que están dispuestos sobre el lado inferior 10a de la plataforma 10. Como se representa de forma esquemática en la figura 7, cada accionamiento de correa 27 presenta un rodillo de accionamiento 28 accionado con motor eléctrico y un rodillo de desviación 29 dispuesto a distancia del mismo en la dirección circunferencial de la plataforma 10 así como unan cinta sin fin 30 guiada sobre el rodillo de accionamiento 28 y el rodillo de desviación 29. En la cinta sin fin 30 está fijado rígidamente el vagón de rodadura superior 17 de la unidad de vagones de rodaduras 18 asociada (figura 8). La cinta sin fin 30 está guiada entre el rodillo de accionamiento 28 y el rodillo de desviación 29 sobre una sección de arco circular, a cuyo fin están previstos unos rodillos de guía 31, que están dispuestos a distancia entre sí en el lado inferior 10a de la plataforma 10 a lo largo de una sección de arco circular.

El movimiento de la plataforma 10 es generado en este ejemplo de realización del sistema de movimiento de la misma manera que en el sistema de movimiento descrito anteriormente a través de la activación de todos o

solamente de accionamientos de correa 27 seleccionados. En este caso, se generan los mismos movimientos de traslación y de rotación de la plataforma 10, a los que se superpone, además, todavía una inclinación de la plataforma 10, de manera que también aquí se pueden simular una pluralidad de movimientos. No obstante, a través de los accionamientos de correa 27 se limita la rotación alrededor del eje vertical.

- 5 En los dos ejemplos de realización descritos del sistema de movimiento, se pueden intercambiar los accionamientos giratorios descritos respectivamente, y de esta manera los accionamientos de correa 27 del segundo sistema de movimiento se pueden emplear en el primer sistema de movimiento y los motores de engranaje 21 con piñón dentado 22 y cremallera 23 del primer sistema de movimiento se pueden emplear en el segundo sistema de movimiento.

REIVINDICACIONES

- 1.- Sistema de movimiento para el movimiento de una plataforma (10), en particular dispositivo para la simulación de movimientos de vehículos, con una plataforma (10), en particular para el alojamiento de una cabina de vehículo, con carriles (11, 12) dispuestos en dos planos de movimiento superpuestos, cuyos carriles inferiores están tendidos fijos en el espacio y cuyos carriles superiores están fijados sobre el lado inferior de la plataforma (10) dirigido hacia los carriles inferiores (11), con vagones de rodadura (16, 17) desplazables sobre los carriles (11, 12), uno de los cuales está asociado, respectivamente, a un carril y cada uno de los vagones de rodadura superiores (17) desplazable sobre los carriles superiores (12) está reunido con uno de los vagones de rodadura inferiores (16), desplazables sobre los carriles inferiores (11) a través de una unión móvil para formar una unidad de vagones de rodadura (18), y con accionamientos para el desplazamiento de los vagones de rodadura (16, 17) sobre los carriles (11, 12), caracterizado porque los carriles inferiores (111 a 113) están dispuestos en forma de estrella entre sí y los carriles superiores (12; 121 a 123) están configurados en forma de arco y están alineados a nivel entre sí sobre una trayectoria circular, porque la unión móvil está configurada como cojinete giratorio o unión articulada, y porque a cada unidad de vagones de rodadura (18) está asociado uno de los accionamientos y está configurado como un accionamiento giratorio efectivo entre el vagón de rodadura superior (17) y la plataforma (10) y porque la plataforma (10) es móvil a través de la activación correspondiente de los accionamientos.
- 2.- Sistema de movimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque están previstos al menos tres carriles inferiores (111 a 113), que están alineados radialmente desplazados con preferencia en ángulos de giro iguales, y un número igual de carriles superiores (121 a 123), que están dispuestos concéntricamente al eje vertical (13) de la plataforma (10).
- 3.- Sistema de movimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque los carriles superiores en forma de arco (121 a 123) están unidos entre sí en el extremo y forman un carril circular (12) de una sola pieza.
- 4.- Sistema de movimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la plataforma (10) está configurada de forma circular y los carriles superiores (121 a 123; 12) están dispuestos concéntricamente al eje vertical (13) de la plataforma (10).
- 5.- Sistema de movimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque los carriles inferiores (111 a 113) están dispuestos en un plano y porque la unión móvil entre los vagones de rodadura (16, 17) de una unidad de vagones de rodadura (18) está configurada como cojinete giratorio (24) con eje de cojinete paralelo al eje vertical (13) de la plataforma (10).
- 6.- Sistema de movimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque los carriles inferiores (111 a 113) están fijados sobre rampas (15) ascendentes en forma de cuña o sobre la pared interior del embudo de una consola de base en forma de embudo y porque la unión articulada entre los vagones de rodadura (16, 17) de una unidad de vagones de rodadura (18) presenta tres ejes de rotación ortogonales y está realizada con preferencia por medio de una articulación esférica (25).
- 7.- Sistema de movimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque en la plataforma (10) está dispuesta una cremallera (23) en forma de arco circular concéntrica a su eje vertical (13) y porque cada accionamiento giratorio presenta un motor de engranaje eléctrico (21) retenido en el vagón de rodadura superior (17), que engrana con un piñón dentado (22), que se asienta sobre el árbol de accionamiento de salida del engranaje, con la cremallera (23).
- 8.- Sistema de movimiento de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque cada vagón de rodadura superior (17) presenta dos zapatas de deslizamiento o de rodadura (20), que están dispuestas a distancia entre sí sobre el lado superior de un soporte (19) y solapan el carril superior (12), y porque el soporte (19) lleva sobre su lado superior en el centro el motor de engranaje (21) y sobre su lado inferior en el centro la unión móvil.
- 9.- Sistema de movimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque cada accionamiento giratorio está configurado como un accionamiento de correa (27) dispuesto sobre el lado inferior (10a) de la plataforma (10), que presenta un rodillo de accionamiento (28) accionado con motor eléctrico y un rodillo de desviación (29) dispuesto a distancia del mismo en la dirección circunferencial de la plataforma (10) así como una cinta sin fin (30) guiada sobre el rodillo de accionamiento (28) y el rodillo de desviación (29) y porque el caro de rodadura superior (17) de la unidad de vagón de rodadura (18) asociado está fijado en la cinta sin fin (30).
- 10.- Sistema de movimiento de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado porque la cinta sin fin (30) está guiada entre el rodillo de accionamiento (28) y el rodillo de desviación (29) sobre un arco circular y a tal fin unos rodillos de guía (31) están dispuestos en el lado inferior (10a) de la plataforma (10) a distancia entre sí a lo largo de una sección de arco circular.
- 11.- Sistema de movimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque la plataforma (10) está compuesta por segmentos circulares (101 a 103) iguales.

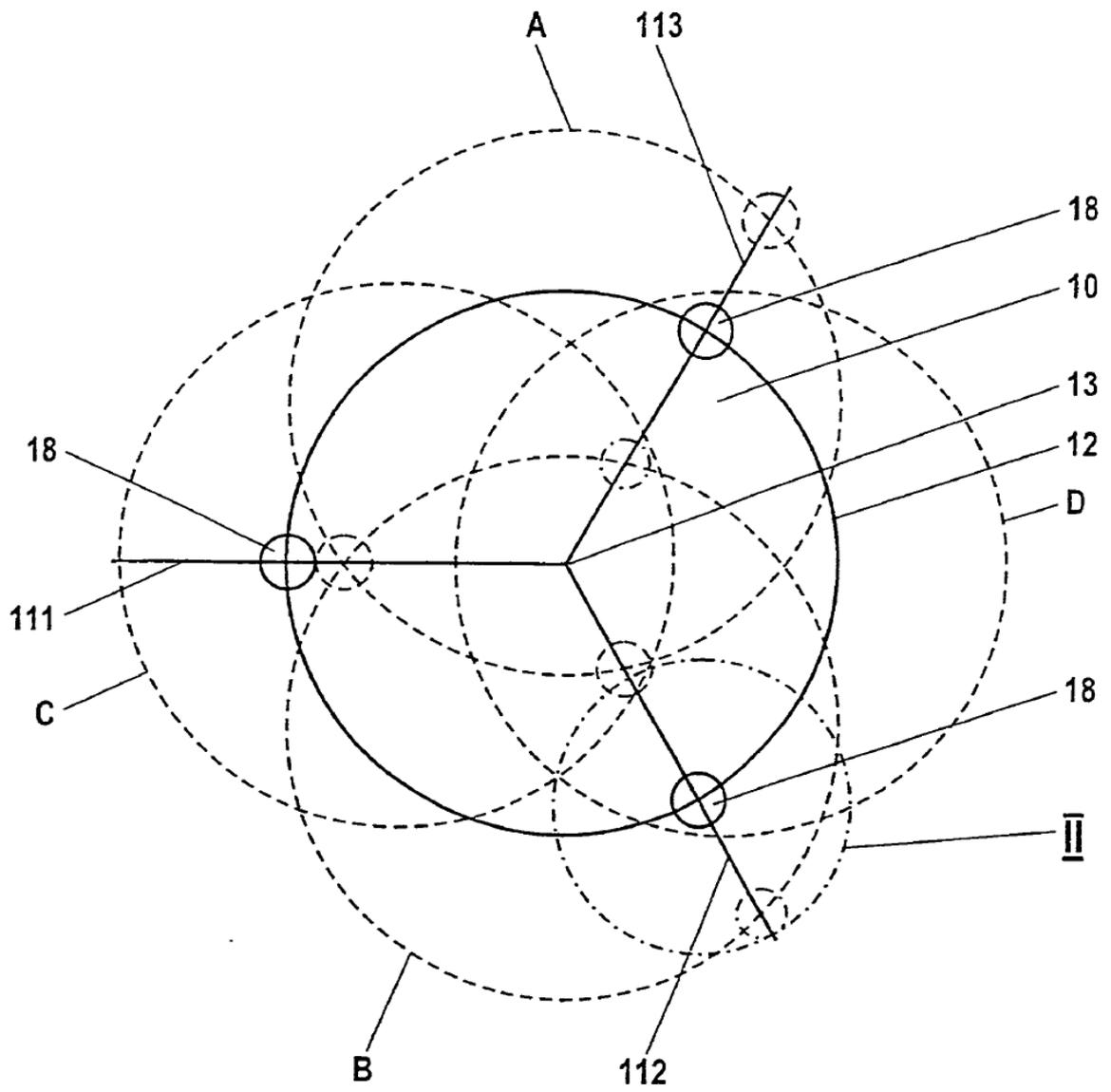


Fig. 1

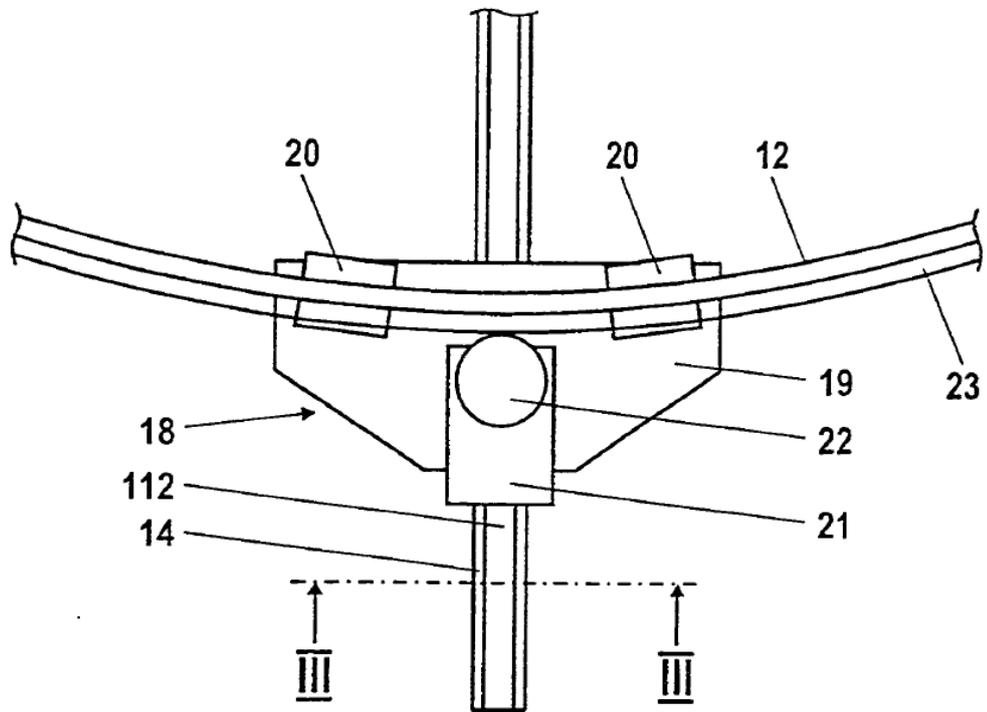


Fig. 2

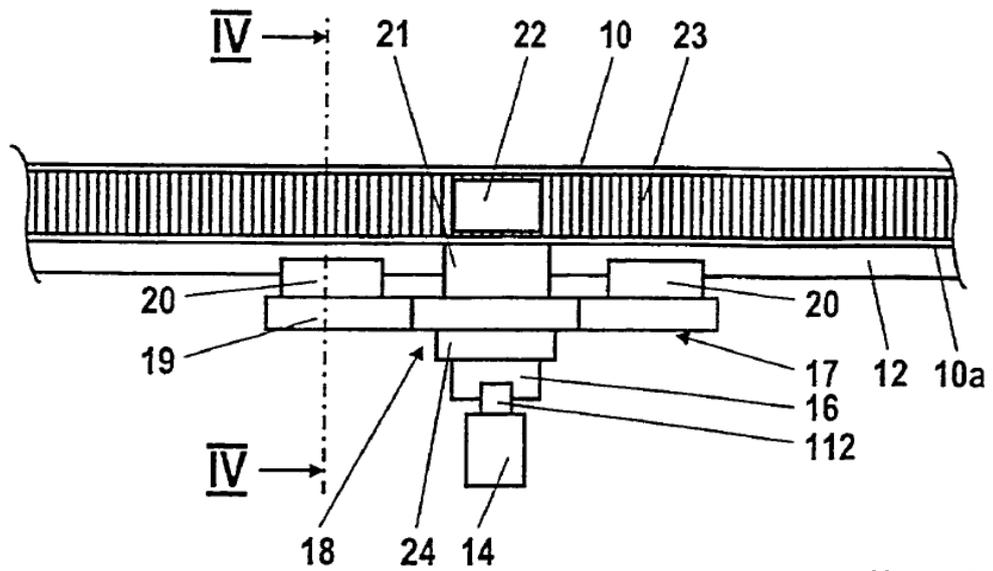


Fig. 3

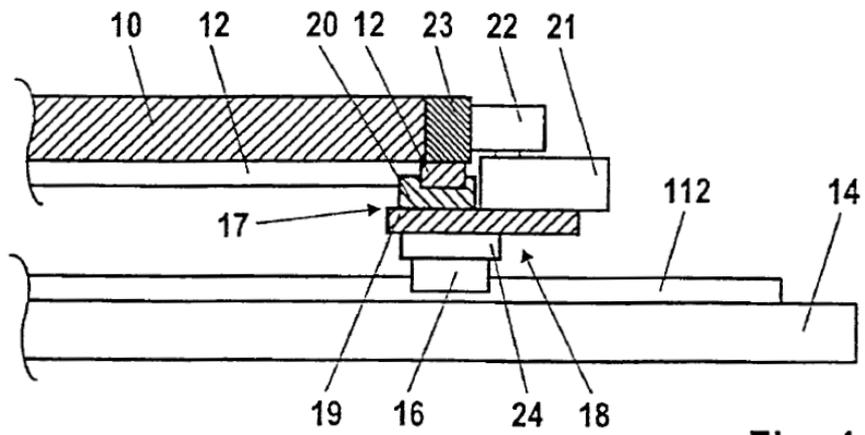


Fig. 4

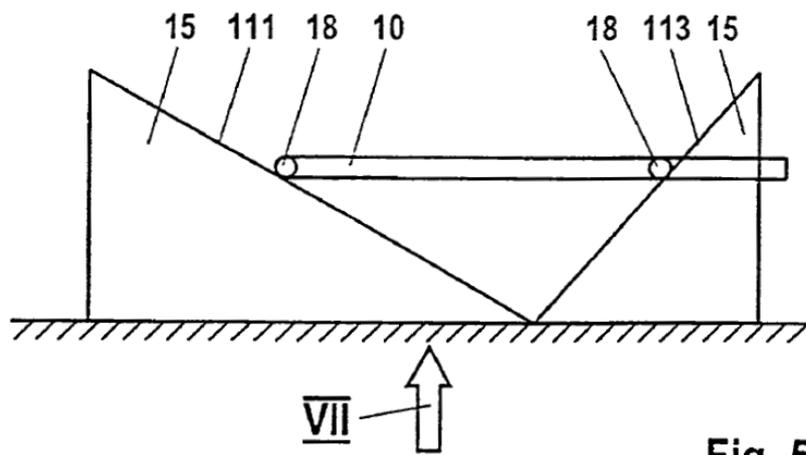


Fig. 5

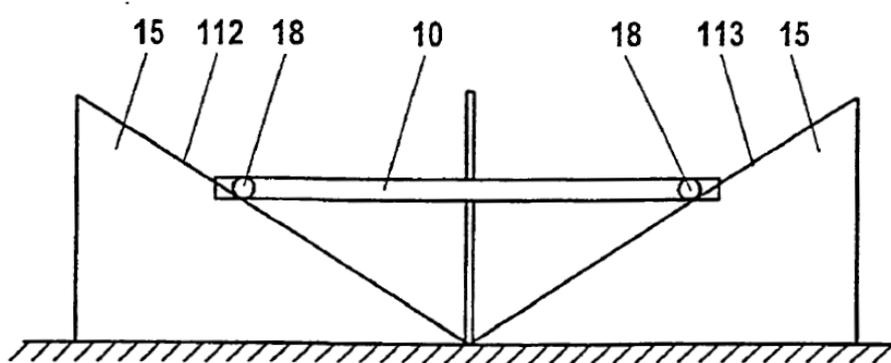


Fig. 6

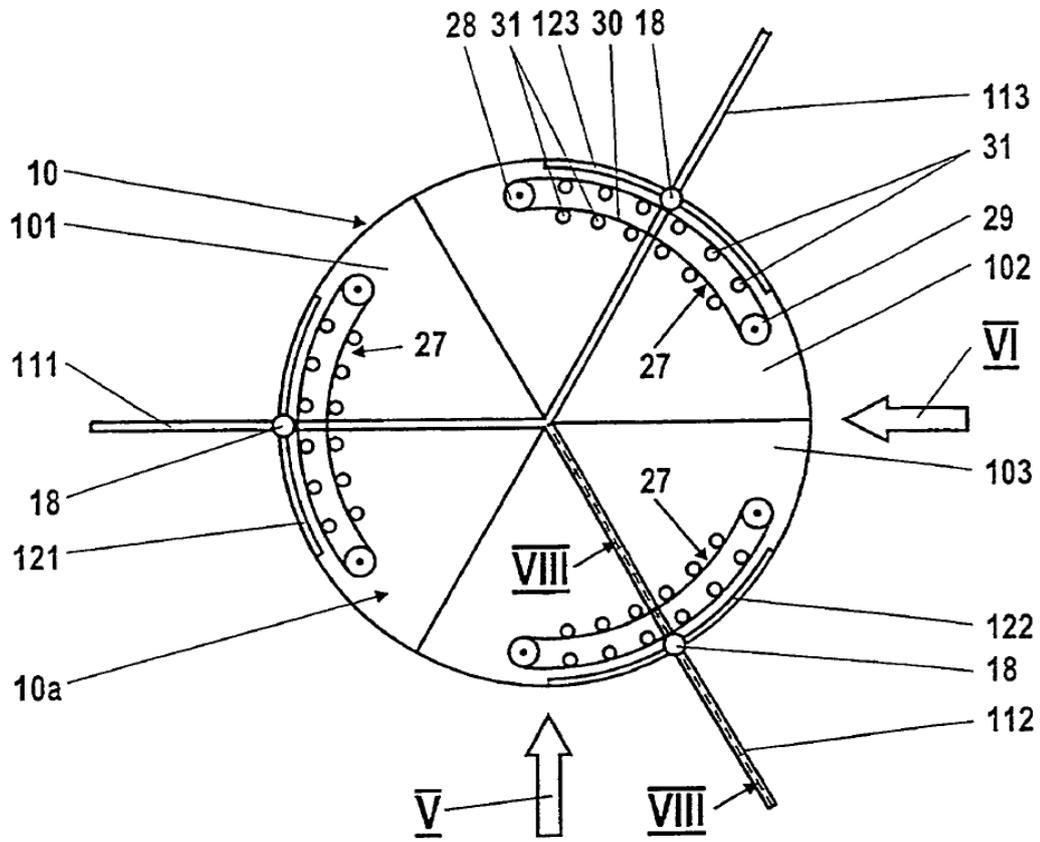


Fig. 7

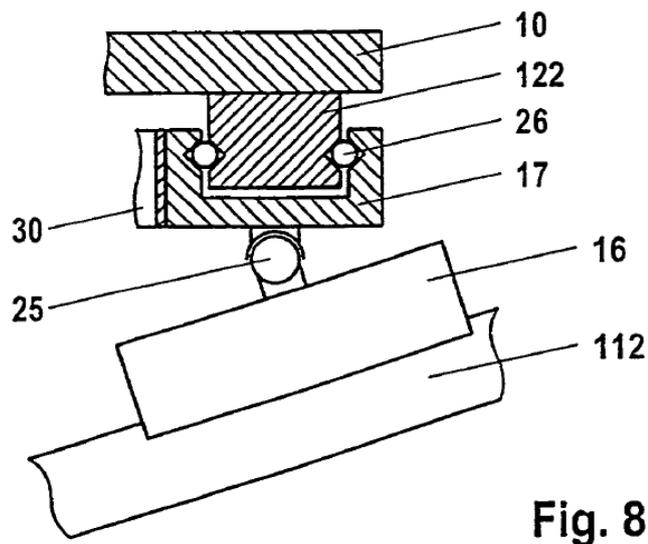


Fig. 8