

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 404 879**

51 Int. Cl.:

F16L 3/205 (2006.01)

F16F 7/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.06.2010 E 10164781 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2013 EP 2392836**

54 Título: **Dispositivo para aislar un objeto de movimientos externos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.05.2013

73 Titular/es:

THALES NEDERLAND B.V. (100.0%)
Zuidelijke Havenweg 40
7550 GD Hengelo, NL

72 Inventor/es:

MULDER, JAN H.

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 404 879 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

Dispositivo para aislar un objeto de movimientos externos

La presente invención se refiere a un dispositivo para aislar un objeto de movimientos externos. Por ejemplo, la invención es particularmente aplicable a los aislantes mecánicos contra golpes y vibraciones.

5 La absorción de los choques y las vibraciones es un problema típico encontrado en los dominios relacionados con la mecánica. Las soluciones más habituales se basan en la combinación de un muelle, por ejemplo, un muelle helicoidal o uno en forma de disco Belleville, con un amortiguador unidireccional, por ejemplo, un amortiguador de líquido viscoso o un amortiguador similar al caucho/elastomérico. Una desventaja importante de estos aislantes es que implican construcciones complejas, especialmente para asegurar una estanqueidad al líquido o al aire. Además, a menudo implican el golpeado entre los elementos. Por otra parte, sus propiedades pueden depender de la temperatura ambiente.

10 Los aislantes de cable de alambre (WRI's) constituyen otro tipo común de aislantes mecánicos contra golpes y vibraciones, como por ejemplo WRI's polycal, WRI's helicoidal, WRI's en forma de anillo, WRI's de cable recto y otros WRI's especiales. La figura 1 ilustra un WRI helicoidal de la técnica anterior, junto con sus principales direcciones de carga. El WRI helicoidal ejemplar comprende dos conjuntos de barra de retención dispuestos en paralelo con un eje x, cada conjunto de barra de retención comprendiendo agujeros. Los dos conjuntos de barra de retención están unidos uno a otro por un solo cable, estando el cable doblado entre los conjuntos de barra, pasando a través de sus orificios y generalmente sujeto por cada uno de los conjuntos de barra de retención utilizando tornillos. La dirección a lo largo del eje x se denomina la dirección de corte, la dirección a lo largo del eje y se denomina la dirección de enrollado y la dirección a lo largo del eje z se denomina la dirección de tracción-compresión. Para un WRI's polical, la diferencia entre las direcciones de enrollado y de corte es menos obvia. Para un WRI's de tipo anillo, las direcciones de enrollado y de corte son equivalentes y mejor conocidas como la dirección radial.

15 Una desventaja importante del WRI's es que son amortiguadores omnidireccionales con rigidez y propiedades de amortiguación direccionalmente dependientes, lo que resulta en la circunstancia de que el ajuste de una aplicación basada en la WRI'S sea difícil.

20 Otra desventaja más del WRI's es que la distancia máxima alcanzable a partir de un plano de interfaz único con un tamaño dado al centro elástico de una configuración optimizada de los elementos de amortiguación de muelle será menor para una configuración con muelles omnidireccionales en comparación con una configuración optimizada con muelles unidireccionales. Es decir, si sólo un plano de interfaz único está disponible, entonces el logro del equilibrio de un objeto aislado requiere más espacio utilizando una configuración con muelles omnidireccionales. Este inconveniente del WRI's será explicado adicionalmente en lo sucesivo, así como la forma en que se puede superar mediante la presente invención.

25 Otra desventaja más del WRI's es que el tamaño de un WRI'S omnidireccional en la dirección de tracción-compresión generalmente se vuelve mucho más grande debido al ciclo de fuerza-deformación repetido en la dirección de tracción-compresión e incluso debido al ciclo de fuerza-deformación repetido en la dirección del enrollado. Se cree que este efecto está causado por la deformación plástica de los alambres del cable de acero. Debido a que los niveles de carga externos y los niveles de tensión del material que acompaña son mucho más altos en la tensión que en la compresión, la deformación plástica tiende a aumentar el tamaño del WRI's en la dirección de la tensión. Una consecuencia de este fenómeno es que la posición de carga de gravedad media de un objeto aislado con WRI's omnidireccional, respecto a sus alrededores directos, no es constante, sino que cambia con la carga repetida durante la vida útil del WRI's. Además, dependiendo de la ubicación y la orientación del WRI's, la orientación promedio del objeto aislado puede verse afectada. Por otra parte, debido al aumento de tamaño en la dirección de la tensión, la cantidad de desplazamiento disponible para el aislamiento de golpe en la dirección de la tensión se hace menor que el inicial, lo que resulta en aceleraciones residuales máximas mayores.

30 En un intento de superar algunos de los inconvenientes mencionados anteriormente, la patente US 5 482 259 describe un amortiguador unidireccional para ser utilizado como un sistema de retención de tubería, que hace uso de la dirección de corte de un único WRI helicoidal. Una desventaja importante de un amortiguador unidireccional de acuerdo con la patente US 5 482 259 es que es difícilmente aplicable a la amortiguación de golpes práctica, dado que la amortiguación de golpes requiere una rigidez (inicial) bastante alta, con el fin de limitar los desplazamientos debidos a la gravedad y excitaciones dinámicas con contenido de frecuencia bajo. De hecho, la masa de un amortiguador unidireccional de acuerdo con US 5 482 259, que sería necesaria para lograr un valor de rigidez adecuada para la amortiguación de golpes práctica, sería muy grande.

35 La presente invención tiene como objetivo proporcionar una solución que se puede usar para superar al menos algunos de los problemas técnicos descritos anteriormente. En particular, su objetivo es proporcionar un dispositivo con una relación alta de rigidez (inicial) respecto a la masa propia, que puede por lo tanto ser adecuada para la amortiguación de golpes. En su forma más general, la invención propone un dispositivo que comprende dos aislantes de cuerdas de alambre para aislar un objeto de movimientos externos. Los aislantes de cable de alambre

están dispuestos de tal manera que, si uno de los dos aislantes de cable de alambre se cargada en compresión, a continuación, el otro aislante de la cuerda alambre se carga en tensión.

5 Ventajosamente, cada uno de los dos aislantes de cable de alambre que comprende dos barras de retención flexible conectadas una a otra por al menos un cable, el dispositivo puede comprender medios de guiado lineal que permiten sólo un desplazamiento relativo de algunas de las barras de retención con respecto a las otras barras de retención en una sola dirección, siendo dicha dirección común la dirección de tensión-compresión de los dos aislantes de cable de alambre.

10 En una realización preferida, el dispositivo comprende un aislante de cable de alambre superior y un aislante de cable de alambre inferior, comprendiendo cada aislante de cable de alambre una barra de retención superior y una barra de retención inferior, pudiendo la barra de retención superior del aislante de cable de alambre superior estar conectada rígidamente al retenedor de la barra inferior del aislante del cable de alambre inferior en virtud de medios de puente. La barra de retención inferior del aislante de cable de alambre superior puede estar conectada rígidamente a la barra de retención superior del aislante de cable de alambre inferior, formando dichas barras de retención rígidamente conectadas un conjunto de barra de retención central entre los dos aislantes de cable de alambre.

15 Preferentemente, los medios de puente pueden incluir al menos un tubo, del cual uno de sus extremos puede estar conectado rígidamente a la barra de retención superior del aislante de cable de alambre superior y del cual otro extremo puede ser conectado rígidamente a la barra de retención inferior del aislante de cable de alambre inferior.

20 Preferentemente, los medios de guía lineales pueden comprender una barra de conexión hueca rígidamente conectada al conjunto de barra de retención central y dispuesta sustancialmente paralela a la dirección de tensión de compresión común de los dos aislantes de la cuerda de alambre. Los medios de guía lineales también pueden comprender un pasador de guía conectado rígidamente a la barra de retención inferior del aislante de la cuerda de alambre inferior y dispuesto sustancialmente paralelo a la dirección de tensión de compresión común de los dos aislantes de la cuerda de alambre. Los medios de guía lineales también pueden comprender un manguito de guía conectado rígidamente a la barra de retención superior del aislante de cuerda de alambre superior. La barra hueca puede deslizarse a través del manguito de guía y sobre el pasador de guía.

25 Por ejemplo, la barra de conexión hueca puede comprender, en su extremo opuesto al pasador de guía, una articulación giratoria universal superior, y el pasador de guía puede comprender, en su extremo opuesto a la barra de conexión hueca, una articulación giratoria universal inferior. Las dos articulaciones giratorias universales pueden ser cojinetes esféricos.

30 Ventajosamente, al menos uno de los dos aislantes de cable de alambre puede ser un aislante de cable de alambre polycal o un aislante de cable de alambre helicoidal o un aislante de cable de alambre de tipo anillo.

35 Preferentemente, el dispositivo puede comprender medios para limitar la rotación alrededor de la dirección de tensión-compresión común de los aislantes de la cuerda de alambre. Por ejemplo, estos medios pueden comprender un pasador que se extiende a través de uno de los cojinetes esféricos, comprendiendo una de las barras de retención dos salientes dispuestos de modo que se deslice sobre la superficie cilíndrica del pasador cuando el objeto aislado se mueve. En otra realización, los medios para limitar la rotación pueden comprender uno o dos cables conectados de manera rígida a una de las barras de retención en uno de sus extremos, estando los cables conectados rígidamente a los alrededores del objeto en sus otros extremos.

40 Por lo tanto, una ventaja importante proporcionada por un dispositivo de acuerdo con la presente invención es que se proporciona un amortiguador unidireccional sencillo, fiable y de fácil de sintonía, más lineales y sustancialmente con propiedades de deformación por fuerza independiente de la temperatura y características para no tocar el fondo.

45 Otra ventaja proporcionada por un amortiguador de acuerdo con la presente invención es que, a pesar de la deformación plástica que se produce durante el uso en cada uno de sus dos WRI's, de manera similar como en un solo WRI, su dimensión externa total en la dirección de tracción-compresión está limitada por los medios de extrapolación. Por lo tanto, una carga de compresión interna se desarrolla por la carga repetida durante la vida útil del amortiguador. Debido a que las cargas dinámicas totales y la deformación plástica resultante en cada uno de los dos WRI's es aproximadamente igual, la posición promedio del conjunto de barra de retención central y por lo tanto la dimensión exterior de los dos WRI's ensamblados no se ve afectada de manera significativa. Por lo tanto, la posición y la orientación de un objeto aislado con el amortiguador no se ve afectada por la repetida carga tanto como para un objeto aislado con WRI's omnidireccional común. También el desplazamiento de golpe disponible en ambas direcciones de carga permanece aproximadamente igual al valor inicial, lo que resulta en aceleraciones residuales máximas similares para golpes similares durante la vida útil del amortiguador.

50 Los ejemplos no limitantes de la invención se describen a continuación con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

55 - La figura 2 ilustra esquemáticamente mediante una sección transversal de un ejemplo de realización de un amortiguador unidireccional de acuerdo con la invención;

- Las figuras 3a y 3b ilustran esquemáticamente vistas en perspectiva de otro ejemplo de realización de un amortiguador unidireccional de acuerdo con la invención;

- Las figuras 4a y 4b ilustran esquemáticamente vistas en perspectiva de todavía otro ejemplo de realización de un amortiguador unidireccional de acuerdo con la invención;

5 - La figura 5 ilustra esquemáticamente de forma gráfica la eficiencia de un amortiguador unidireccional ejemplar de acuerdo con la invención;

- Las figuras 6a, 6b, 6c y 7 ilustran esquemáticamente otras ventajas de la utilización de amortiguadores unidireccionales de acuerdo con la presente invención;

10 - Las figuras 8 y 9 ilustran esquemáticamente vistas en perspectiva por configuraciones ejemplares a los alrededores de un amortiguador unidireccional de acuerdo con la invención, que incluye medios para limitar la rotación del amortiguador alrededor de la dirección de tensión de compresión común.

La figura 2 ilustra esquemáticamente una sección transversal por un ejemplo de realización de un amortiguador unidireccional de acuerdo con la invención. El ejemplo de realización puede comprender dos WRI's similares, por ejemplo, dos WRI's polycal estándar. Un WRI polycal superior puede comprender una barra de retención superior 1 y una barra de retención inferior 2, estando la barra de retención superior 1 y la barra de retención inferior 2 conectadas de manera flexible por bucles de cable 3 y 4. Al WRI polycal inferior puede comprender una barra de retención inferior 6 y una barra de retención superior 5, estando la barra de retención superior 5 y la barra de retención inferior 6 flexiblemente conectadas por bucles de cable 7 y 8. Las dos barras de retención adyacentes 2 y 5 de los WRI superior e inferior, respectivamente, pueden estar conectadas de forma rígida. En otra forma de realización, las dos barras de retención 2 y 5 pueden ser sustituidas por una misma y única barra de retención integrada. En la presente forma de realización, las dos barras de retención 2 y 5 pueden estar conectadas rígidamente a una barra de conexión hueca 9. La barra de conexión hueca 9 puede deslizarse sobre un pasador de guía central 10, así como deslizarse a través de un manguito de guía 12. Las interfaces deslizantes puedan realizarse mediante ajustes sueltos. El pasador de guía central 10 puede estar conectado rígidamente a la barra de retención inferior 6. El manguito de guía 12 puede estar conectado rígidamente a la barra de retención superior 1. Es importante señalar que la barra de conexión hueca 9 y el pasador de guía 10 están dispuestos en paralelo con la dirección de tracción-compresión de los dos WRI's. Una conexión rígida puede hacer de puente entre las barras de retención superior e inferior 1 y 6, por ejemplo dos tubos huecos 13 y 14 montados en las barras de retención superior e inferior 1 y 6 por tornillos o tuercas. Las articulaciones giratorias universales pueden estar dispuestas en ambas interfaces de configuración, por ejemplo, implementadas por cojinetes esféricos 15 y 16, a fin de obtener un modo unidireccional de trabajo al tiempo que permite rotaciones relativas a los alrededores a los que el amortiguador está conectado. El pasador de guía 10, la barra de conexión hueca 9 y el manguito de guía 12 forman un sistema de guiado lineal, lo que asegura un movimiento rectilíneo relativo entre las interfaces de configuración del amortiguador. También permite una rigidez a la flexión suficientemente alta y frecuencias de resonancia suficientemente altas de los modos de flexión del amortiguador, así como evita el pandeo durante la compresión del amortiguador.

40 Durante los desplazamientos de la barra de conexión hueca 9 sobre el pasador de guía central 10 y a través del manguito de guía 12, los WRI's superior e inferior se utilizan sólo en sus direcciones de compresión y de tensión, proporcionado estas direcciones mayor rigidez, lo que resulta en una combinación unidireccional con la mayor rigidez posible en relación con la masa propia. Además, la compresión de un WRI es acompañada con la tensión del otro WRI. En realidad, sus fuerzas de reacción de salida se suman, a medida que se colocan mecánicamente en paralelo. Por la presente, el comportamiento de rigidez de la dirección de tensión de un WRI está parcialmente compensado por el comportamiento de reblandecimiento de la dirección de compresión del otro WRI. Esto resulta en una característica de fuerza-deformación más lineal. El desplazamiento máximo de la combinación es igual al desplazamiento máximo de cada WRI individual.

45 Por otra parte, en desplazamientos máximos de la barra de conexión hueca 9 sobre el pasador de guía central 10 y a través del manguito de guía 12, los bucles de cable del WRI cargados en tensión tienden a enderezarse, por lo que la fuerza aumenta más rápidamente, lo que resulta en un comportamiento de deformación por fuerza de rigidización y en una medida para no llegar al fondo efectiva.

50 Las figuras 3a y 3b ilustran esquemáticamente mediante vistas en perspectiva otro ejemplo de realización de un amortiguador unidireccional de acuerdo con la invención, basado en un WRI's polycal comercialmente disponible. La posición de extensión del amortiguador se ilustra en la figura 3a, mientras que su posición comprimida se ilustra mediante la figura 3b. En aras de la claridad, se han insertado referencias sólo en la figura 3a. El amortiguador puede comprender un WRI polycal superior, comprendiendo dicho WRI polycal superior una parte exterior 37 y una parte interior 38 de una barra de retención superior, así como una parte interior 39 y una parte exterior 40 de una barra de retención inferior, estando dichas barras de retención superior e inferior conectadas por cuatro cables superiores 49a, 49b, 49c y 49d. El amortiguador puede comprender también un WRI polycal inferior, comprendiendo dicho polycal inferior una parte exterior 41 y una parte interior 42 de una barra de retención superior, así como una parte interior 45 y una parte exterior 46 de una barra de retención inferior, estando dichas barras de retención superior e inferior conectadas por cuatro cables inferiores 50a, 50b, 50c y 50d. La parte exterior 40 de la barra de

retención inferior de la WRI polycal superior puede estar rígidamente conectada a la parte exterior 41 de la barra de retención superior del WRI polycal inferior en virtud de un perno y de tornillos, que no son visibles en las figuras 3a y 3b. El amortiguador puede comprender una barra de conexión 32 con un extremo superior de la barra 31, la barra de conexión 32 deslizante a través de un manguito de guía 34 y sobre un pasador guía con un extremo inferior de la barra 48. El manguito de guía 34 puede estar rígidamente conectado a una brida superior 33. La brida superior 33 puede estar rígidamente conectada a dos tubos 44 y 44' en virtud de dos pernos superiores 35 y 35', respectivamente. Los dos tubos 44 y 44' pueden estar rígidamente conectados a una brida inferior 47 en virtud de dos pernos, respectivamente, que no son visibles en las figuras 3a y 3b. La parte exterior 37 de la barra de retención superior del WRI polycal superior puede estar rígidamente conectada a la brida superior 33 en virtud de los dos tornillos superiores 36 y 36', mientras que la parte exterior 46 de la barra de retención inferior del WRI'S polycal inferior puede ser conectada rígidamente a la brida inferior 47 en virtud de dos tornillos, que no son visibles en las figuras 3a y 3b.

Vale la pena señalar que, con el fin de lograr un diseño con menos partes y una masa más pequeña, el diseño puede ser optimizado aún más, especialmente mediante la modificación del conjunto de barra de retención central entre los dos WRI's polycal y mediante la sustitución de la parte exterior de la barra de retención superior del WRI's superior y la brida contigua con una única parte, así como mediante la sustitución de la parte exterior de la barra de retención inferior del WRI inferior y la brida contigua con una única parte.

Las figuras 4a y 4b muestran esquemáticamente mediante vistas en perspectiva todavía otro ejemplo de realización de un amortiguador unidireccional de acuerdo con la invención, en la que dos juegos de dos cables enrollados helicoidalmente se sujetan mediante tres conjuntos de barras de retención. La posición de extensión del amortiguador se ilustra en la figura 4a, mientras que su posición comprimida se ilustra mediante la figura 4b. En aras de la claridad, se han insertado referencias solamente en la figura 4a. El amortiguador puede comprender un WRI superior que comprende una parte exterior 63 y una parte interior 66 de una barra de retención superior, así como una parte superior 68 y una parte central 69 de una barra de retención intermedia, estando dichas barras de retención superior e intermedia conectadas por dos cables superiores 77a y 77b. La parte exterior 63 y la parte interior 66 de la barra de retención superior pueden estar conectadas de forma rígida en virtud de ocho tornillos 79a a 79h, siendo los tornillos 79b a 79h no visibles en las figuras 4a y 4b. El amortiguador también puede comprender un WRI inferior que comprende una parte exterior 75 y una parte interior 74 de una barra de retención inferior, así como una parte inferior 70 y la parte central 69 de la barra de retención intermedia, estando dichas barras de retención inferior e intermedia conectadas por dos cables inferiores 78a y 78b. La parte exterior 75 y la parte interior 74 de la barra de retención inferior puede estar conectada de forma rígida en virtud de ocho tornillos 81a a 81h, siendo el tornillo 81e no visible en las figuras 4a y 4b. La parte superior 68, la parte central 69 y la parte inferior 70 de la barra de retención intermedia pueden ser conectadas de forma rígida en virtud de diez tornillos 80a a 80j, siendo los tornillos 80d, 80e, 80f, 80g, 80h, 80i y 80j no visibles en las figuras 4a y 4b. Alternativamente, con el fin de ayudar más fácilmente en la configuración del conjunto del amortiguador unidireccional, sólo la parte central 69 y la parte inferior 70 de la barra de retención intermedia pueden ser conectadas de forma rígida en virtud de diez tornillos (más cortos) 80a a 80j, siendo los tornillos 80d, 80e, 80f, 80g, 80h, 80i y 80j no visibles en las figuras 4a y 4b, mientras que la parte superior 68 y la parte central 69 de la barra de retención intermedia pueden ser conectadas de forma rígida en la virtud de diez tornillos 80k a 80t, siendo ninguno de los cuales visible en la figura 4a y 4b. El amortiguador puede comprender una barra de conexión 62 con un cojinete esférico superior 61, siendo la barra de conexión 62 deslizante a través de un manguito de guía, que no es visible en las figuras 4a y 4b, y sobre un pasador de guía 71. La parte interior 66 de la barra de retención superior del WRI superior puede estar rígidamente conectada a dos tubos 72 y 72', siendo el tubo 72' no visible en la figura 4a, siendo sin embargo visible en la figura 4b, en virtud de los tornillos 65 y 65' respectivamente, no siendo el tornillo 65' visible en las figuras 4a y 4b. Los dos tubos 72 y 72' pueden estar rígidamente conectados a la parte exterior 75 de la barra de retención inferior del WRI inferior en virtud de dos pernos, respectivamente, que no son visibles en las figuras 4a y 4b. La parte exterior 75 de la barra de retención inferior del WRI inferior puede comprender un cojinete esférica inferior 76.

Es importante comprender que, a pesar de los ejemplos de realización anteriores de la invención se basan en WRI's polycal y helicoidales, otros tipos de WRI'S, también pueden ser objeto de un uso sin apartarse del alcance de la presente invención. También vale la pena señalar que el ejemplo de realización con WRI'S helicoidal de puede tener una rigidez más alta y por lo tanto puede ser adecuado para cargas más altas que la forma de realización con WRI's polycal, debido a que están disponibles más bucles de cable y porque el diámetro de cable máximo disponible comercialmente de WRI's helicoidal es mayor que el de WRI's polycal disponible comercialmente. De todos modos, el tipo y la clase del WRI's deben ser elegidos sobre la base de los requisitos de rigidez y de desplazamiento máximo. Entonces, los medios de guía y de puente deben combinarse físicamente en virtud de los conjuntos de barras de retención del WRI dedicados. Para los cables, se debe utilizar el mejor acero inoxidable austenítico, similar al acero usado en WRI's comunes. Para los tornillos y pernos, también se debe preferir el acero inoxidable austenítico. Para las otras partes, se debe utilizar preferentemente una aleación de aluminio de alta resistencia, por ejemplo, una aleación de aluminio que contiene precipitación de endurecimiento de cobre. Para las partes de la guía lineal, como el manguito de guía, el pasador de guía y la barra de conexión, opcionalmente se puede utilizar acero inoxidable ferrítico, austenítico o martensítico con el fin de reducir la fricción y el desgaste de las interfaces deslizantes.

La figura 5 muestra las curvas de esfuerzo-deformación en un sistema de ejes, donde el eje horizontal representa un

desplazamiento en milímetros (mm) y el eje vertical representa una fuerza en kilo-Newton (kN). Una curva de fuerza-deformación 1 ha sido realmente medida en la dirección de la tensión compresión de un único verdadero WRI'S polycal para un desplazamiento que van desde -60 hasta +60 mm, después de la carga repetida previa con rangos de menor cilindrada. Una curva 2 se ha obtenido por la reflexión de la curva 1 utilizando el origen (0 mm, 0 N) como el punto de reflexión. La curva 2 es teóricamente válida para un WRI's polycal operativo en la dirección opuesta. Una curva 3 se ha obtenido mediante la suma de la curva 1 y la curva 2. La curva 3 es teóricamente válida para una combinación unidireccional hipotética de dos WRI's polycal. Una curva 4 se ha medido realmente en la dirección de tensión compresión de un prototipo real de un amortiguador de acuerdo con la presente invención.

Es importante darse cuenta de que la carga media de la curva 1 a 0 mm de desplazamiento no es 0 N, sino aproximadamente -2 kN. Esto es debido a la deformación plástica en los cables de acero inoxidable polycal, que se produjo durante el ciclo de fuerza deformación repetida aplicada previa. En 0 mm de desplazamiento relativo, que se corresponde con el tamaño original del WRI's polycal en la dirección de la tensión, se desarrolló una carga de compresión. El tamaño de la carga del WRI's polycal es de aproximadamente 20 mm más grande que el original.

La curva 3 es una aproximación teórica del comportamiento de un amortiguador unidireccional de acuerdo con la invención, que incorpora sólo el comportamiento de la fuerza-deformación de los dos WRI's polycal. Parece que el comportamiento de la fuerza-deformación medida del prototipo del amortiguador unidireccional representado por la curva 4 tiene la misma forma, pero es significativamente menos rígido. Esto es debido a la limitada rigidez de las otras partes utilizadas para la construcción del prototipo. Especialmente las bridas superior e inferior separadas 33 y 47 que se ilustran en las figuras 3a y 3b muestran flexión apreciable. Mediante la integración de estas bridas con piezas de las barras de retención se obtiene una construcción más rígida. Esto se ha realizado en el diseño del amortiguador unidireccional ilustrado por las figuras 4a y 4b.

En vista de lo anterior, es evidente que la presente invención permite el balanceo directo de objetos aislados.

Además, las figuras 6a, 6b y 6c ilustran otra ventaja importante de un amortiguador unidireccional de acuerdo con la invención en comparación con WRI's omnidireccionales utilizando los bocetos de 2 dimensiones.

La figura 6a ilustra un objeto 90 que tiene una sección cuadrada de una longitud a. El objeto 90 se aísla en virtud de un aislamiento mecánico de configuración que comprende dos compuertas unidireccionales 91 y 92 según la invención. Los amortiguadores 91 y 92 están dispuestos con una distancia b entre sus extremos inferiores y con sus ejes principales, formando ángulos de 45° con la dirección vertical, de tal manera que el centro elástico EC_a de la configuración del aislamiento está en la misma ubicación que el centro de gravedad CoG del objeto 90, quedando el EC y el CoG a una misma altura h_{ECa}.

La figura 6b ilustra el mismo objeto 90 aislado en virtud de una configuración de aislamiento mecánico que comprende dos WRI's comunes polycal o helicoidales 93 y 94 dispuestos con una distancia c entre sus extremos inferiores y con su dirección de tensión-compresión paralela a la dirección vertical, tal que el centro elástico EC_b de la configuración del aislamiento está en la misma ubicación que el centro de gravedad CoG del objeto 90, quedando el EC y el CoG a una misma altura h_{ECb}.

La figura 6c ilustra el mismo objeto 90 aislado por el uso de otra configuración de aislamiento mecánico que comprende los dos mismos WRI's 93 y 94 dispuestos con una distancia d entre sus extremos inferiores y con sus direcciones de tensión-compresión, formando ángulos de 45° con la dirección vertical, de tal manera que el centro elástico EC_c de la configuración del aislamiento está en la misma ubicación que el centro de gravedad CoG del objeto 90, quedando el EC y el CoG a una misma altura h_{ECc}.

Para cada una de estas tres configuraciones, el centro elástico coincide con el centro de gravedad del objeto 90, lo que resulta en una configuración equilibrada. Una configuración equilibrada significa que las rotaciones que se producen debido a las aceleraciones de traslación se reducen al mínimo. A la inversa, las traslaciones que se producen debido a las aceleraciones rotacionales se reducen al mínimo. También en este caso, los modos de vibración naturales del objeto aislado 90 se desacoplan en modos de traslación y de rotación puros.

Con respecto a las figuras 6a, 6b y 6c, las siguientes relaciones entre las distancias a, b, c y d y entre las alturas h_{ECa}, h_{ECb} y h_{ECc} son válidas:

$$b > d > c > a$$

$$h_{ECa} > h_{ECc} > h_{ECb}$$

La ventaja se refiere a la ubicación del centro elástico de una configuración de aislamiento mecánico si sólo un plano de interfaz única a los alrededores está disponible. La distancia desde el plano de interfaz hacia el centro elástico puede ser mayor si se emplean amortiguadores unidireccionales. Para una configuración equilibrada, el centro de gravedad del objeto mecánicamente aislado y el centro elástico tienen que coincidir. Una configuración equilibrada significa que las rotaciones se producen debido a las aceleraciones de traslación se reducen al mínimo. También en

este caso, los modos naturales de vibración del objeto aislado se desacoplan en modos de traslación y rotación puros. Así, mediante el uso de amortiguadores unidireccionales de acuerdo con la invención, pueden conseguirse objetos aislados de equilibrio mayor.

5 Es también digno de mención que los dos amortiguadores unidireccionales de acuerdo con la invención de la figura 6a, que incluyen cuatro WRI's comunes en total, teniendo teóricamente el doble de la capacidad de carga de masa de un WRI común único, porque dos direcciones mutuamente perpendiculares son compatibles. Para una comparación fácil y justa, justo significado que la rigidez en dirección vertical, las capacidades de carga de masa en la dirección vertical, así como las frecuencias del modo de resonancia en la dirección vertical de las configuraciones de las figuras 6a a 6c son aproximadamente iguales, se supone que un WRI omnidireccional común está dispuesto en cada esquina del objeto 90 para las configuraciones de las figuras 6b y 6c. También un WRI's omnidireccional se puede colocar inclinado, por ejemplo 45° como se muestra en la figura 6c. Sin embargo, su rigidez transversal, que es normalmente de 20 a 50% de la rigidez de tensión-compresión, todavía limita la altura posible del centro elástico. Por lo general, la capacidad de carga de masa del WRI's en la dirección de enrollado-tensión-compresión de 45° es presentada por los proveedores WRI's como igual a la de la dirección de tensión-compresión. En realidad, es más pequeña, debido a que la capacidad de carga de la dirección del enrollado es más pequeña. Debido a que en un amortiguador unidireccional de acuerdo con la invención sólo se emplea la rigidez en la dirección de tensión-compresión y porque las partes adicionales son necesarias, la rigidez total efectiva de relación de masa propia de una configuración completa es más pequeña y, por tanto peor que para una disposición con un WRI's omnidireccional común. Sin embargo, mediante el uso de amortiguadores unidireccionales de acuerdo con la invención, pueden conseguirse objetos aislados de mayor equilibrio si sólo está disponible un plano de interfaz única a los alrededores.

La ventaja antes mencionada relativa a la altura posible de los objetos aislados equilibrados se ilustra adicionalmente mediante la figura 7, que ilustra de nuevo el objeto 90 mecánicamente aislado en virtud de las mismas tres configuraciones mecánicas aislantes como las ilustradas por las figuras 6a, 6b y 6c.

25 Para la configuración con los amortiguadores unidireccionales 91 y 92 según la invención, el centro elástico está a la altura del cruce de las líneas a través de los ejes principales de los amortiguadores unidireccionales 91 y 92. Para la configuración con los WRI's comunes 93 y 94 dispuestos sesgados a 45°, el centro elástico está en una ubicación dependiendo de la rigidez relativa de las direcciones de tensión-compresión y enrollado (o de corte) del WRI's común 93 y 94. Para la configuración con los WRI's comunes 93 y 94 dispuestos verticalmente, el centro elástico está a la misma altura que la altura del centro geométrico de los comunes WRI's 93 y 94.

Obviamente, para la configuración con los amortiguadores unidireccionales 91 y 92 según la invención, la distancia desde ya sea superior o inferior a su interfaz de plano con el plano horizontal que pasa por el centro de gravedad es mayor que las distancias correspondientes para la otra configuración con los WRI's comunes 93 y 94, es decir, las siguientes relaciones son válidas:

$$35 \quad h_{1L} = h_{ECa} > h_{2L} = h_{ECc} > h_{3L} = h_{ECb}$$

$$h_{1U} > h_{2U} > h_{3U}$$

40 Esta es otra ventaja si se requiere una configuración de suspensión equilibrada de, mientras que sólo un único plano de interfaz está disponible para el montaje de las configuraciones y cuando la distancia entre el centro de gravedad del objeto 90 y este plano interfaz es relativamente grande, es decir, aproximadamente la mitad de las principales dimensiones horizontales del objeto 90.

Un amortiguador unidireccional de acuerdo con la invención puede estar conectado a un entorno relativamente estable en virtud de los pies de configuración como se ilustra en las figuras 8 y 9, que muestran amortiguadores unidireccionales ejemplares similares a los ilustrados por las figuras 4a y 4b. Una conexión rígida entre un pie inferior 100 y la parte interior del cojinete esférico inferior 76 se realiza mediante un pasador inferior 101 y una conexión rígida entre un pie superior 102 y la parte interior del cojinete esférico superior 61 se realiza por un pasador superior 103. Después del montaje de ambos los pies superior e inferior 100 y 102 al entorno, respectivamente, sigue siendo posible la rotación de un amortiguador unidireccional de acuerdo a las figuras 4a y 4b alrededor de su eje principal, hasta que por ejemplo la parte exterior 75 de la barra de retención inferior del WRI inferior golpea contra el pie inferior 100. Para evitar este golpeteo, se pueden añadir medios de limitación de rotación adicionales.

50 La figura 8 ilustra a modo de ejemplo medios de limitación de rotación, que pueden comprender dos salientes adicionales 104a y 104b de la parte exterior 75 de la barra de retención inferior del WRI's inferior. Los salientes adicionales 104a y 104b puedan ser realizados por partes separadas unidas a la parte exterior 75 o preferentemente como características mecanizadas de la parte exterior 75 en sí. Los salientes 104a y 104b pueden deslizarse sobre la superficie cilíndrica del pasador inferior 101, que puede extenderse ventajosamente más allá del pie inferior 101. El contacto de cada uno de los salientes 104a y 104b con el pasador inferior 101 puede estar constituido por un

pequeño ajuste flojo o mostrar una precarga limitada generada por las propiedades elásticas y en particular el dimensionamiento de las partes adyacentes.

5 La figura 9 ilustra otros medios de limitación de rotación ejemplares, que pueden comprender al menos uno de dos o posiblemente dos cables de anti-rotación de acero inoxidable 110a y 110b, con un diámetro relativamente pequeño, que conectan de forma flexible la barra de retención inferior del WRI's inferior al entorno. La conexión del cable 110a al entorno se puede realizar por la sujeción del cable 110a entre dos bloques 111a y 112a, manteniéndose los bloques 111a y 112a unidos con pernos 113a y 113b. Del mismo modo, la conexión del cable 110b al entorno se puede realizar por la sujeción del cable 110b entre dos bloques 111b y 112b, manteniéndose los bloques 111b y 112b unidos con pernos 113c y 113d.

10

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Un dispositivo para aislar un objeto de movimientos externos, comprendiendo el dispositivo dos aislantes de cable de alambre, estando el dispositivo, **caracterizado porque** los aislantes de cuerda de alambre están dispuestos de tal manera que, si uno de los dos aislantes de cuerda de alambre es cargado por compresión, a continuación, el otro aislante de cuerda de alambre es cargado en tensión, y comprendiendo cada uno de los dos aislantes de cable de alambre dos barras de retención (1, 2, 5, 6) conectadas de manera flexible una a otra por al menos un cable (3, 4, 7, 8), y comprendiendo el dispositivo medios de guiado lineal que permiten sólo un desplazamiento relativo de algunas de las barras de retención (2, 5) con respecto a las otras barras de retención (1, 6) en una sola dirección, siendo dicha dirección la dirección de tensión-compresión común de los dos aislantes de cable de alambre.
- 10 **2.** Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque**, el dispositivo comprende un aislante de cable de alambre superior y un aislante de cable de alambre inferior, comprendiendo cada aislante de cable de alambre una barra de retención superior y una barra de retención inferior:
- la barra de retención superior (1) del aislante de cable de alambre superior está conectada rígidamente a la barra de retención inferior (6) del aislante de cable de alambre inferior en virtud de medios de puente, y;
 - 15 - la barra de retención inferior (2) del aislante de cable de alambre superior está conectada rígidamente a la barra de retención superior (5) del aislante de cable de alambre inferior, formando dichas barras de retención (2, 5) conectadas de forma rígida, un conjunto de barra de retención central entre los dos aislantes de cable de alambre.
- 20 **3.** Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** los medios de puente incluyen al menos un tubo (13, 14), de los cuales, uno de los extremos está conectado rígidamente a la barra de retención superior (1) del aislante de cable de alambre superior, y de los cuales, otro extremo está conectado rígidamente a la barra de retención inferior (6) del aislante de cable de alambre inferior.
- 4.** Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** los medios de guiado lineal comprenden:
- 25 - una barra de conexión hueca (9) conectada rígidamente al conjunto de la barra de retención central y dispuesta sustancialmente paralela a la dirección de tensión-compresión común de los dos aislantes de cable de alambre, y;
 - un pasador de guía (10) conectado rígidamente a la barra de retención inferior (6) del aislante de cable de alambre inferior y dispuesto sustancialmente paralelo a la dirección de tensión-compresión común de los dos aislantes de cable de alambre, y
 - 30 - un manguito de guía (12) rígidamente conectado a la barra de retención superior (1) del aislante de cable de alambre superior;
- dispuesto de tal manera que la barra de conexión hueca se desliza a través del manguito de guía y sobre el pasador de guiado.
- 35 **5.** Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** la barra de conexión hueca (9) comprende, en su extremo opuesto al pasador de guiado (10), una articulación giratoria universal superior, y el pasador de guiado comprende, en su extremo opuesto a la barra de conexión hueca, una articulación giratoria universal inferior.
- 6.** Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado porque** las dos articulaciones giratorias universales son cojinetes esféricos (15, 16).
- 40 **7.** Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** al menos uno de los dos aislantes de cable de alambre es un aislante de cable de alambre polycal.
- 8.** Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** al menos uno de los dos aislantes de cable de alambre es un aislante de cable de alambre helicoidal.
- 45 **9.** Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** al menos uno de los dos aislantes de cable de alambre es un aislante de cable de alambre de tipo de anillo.
- 10.** Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende medios para limitar la rotación alrededor de la dirección de tensión-compresión común de los dos aislantes de cable de alambre.
- 50 **11.** Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6 y 10, **caracterizado porque** los medios para limitar la rotación comprenden un pasador (101) que se extiende a través de uno de los cojinetes esféricos, comprendiendo una de las barras de retención dos salientes (104a, 104b) dispuestos de manera que se deslice sobre la superficie cilíndrica del pasador cuando se mueve el objeto aislado.

12. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** los medios para limitar la rotación comprenden uno o dos cables (110a, 110b) conectados rígidamente a una de las barras de retención en uno de sus extremos, estando los cables conectados rígidamente al entorno del objeto en sus otros extremos.

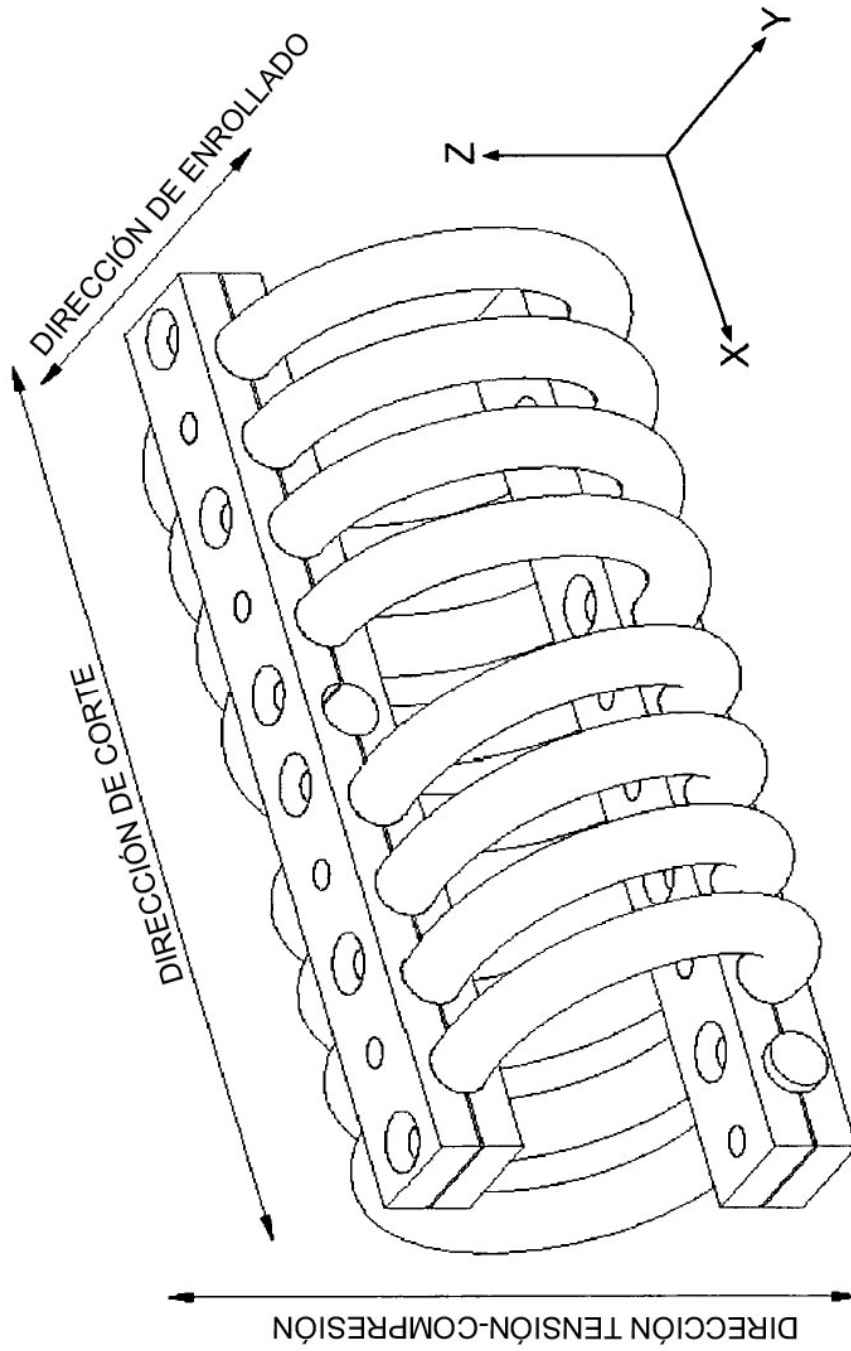


FIG.1
(TÉCNICA ANTERIOR)

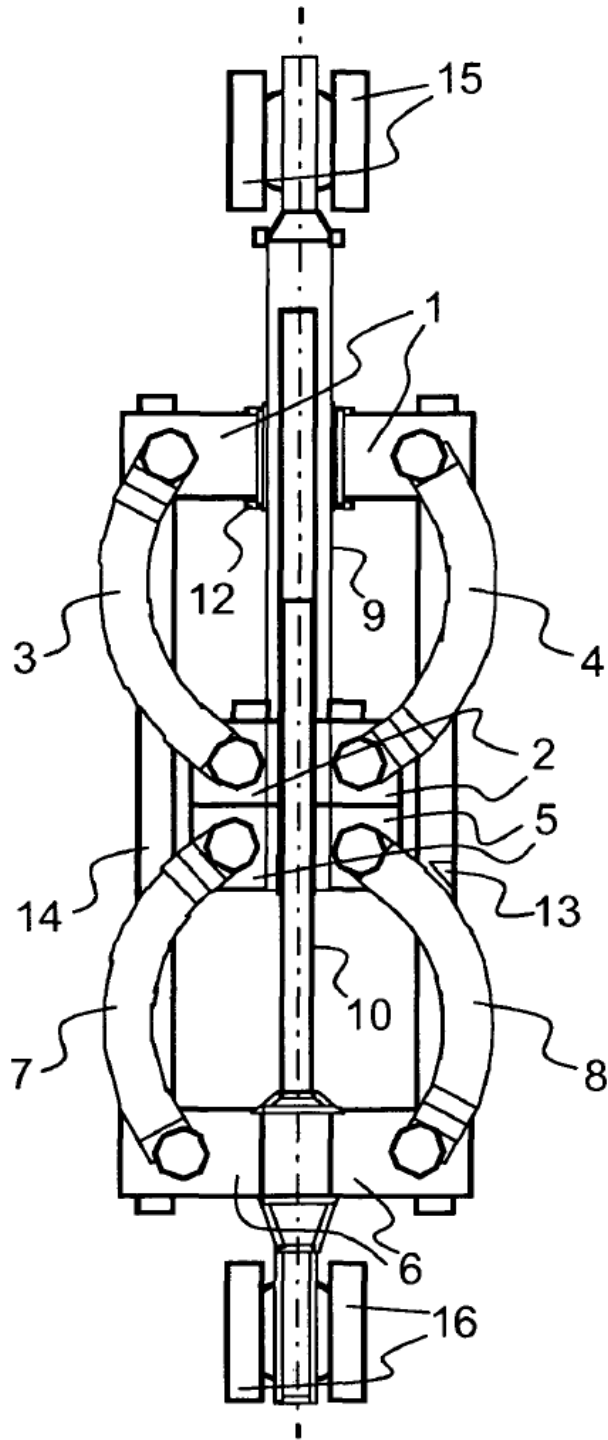


FIG.2

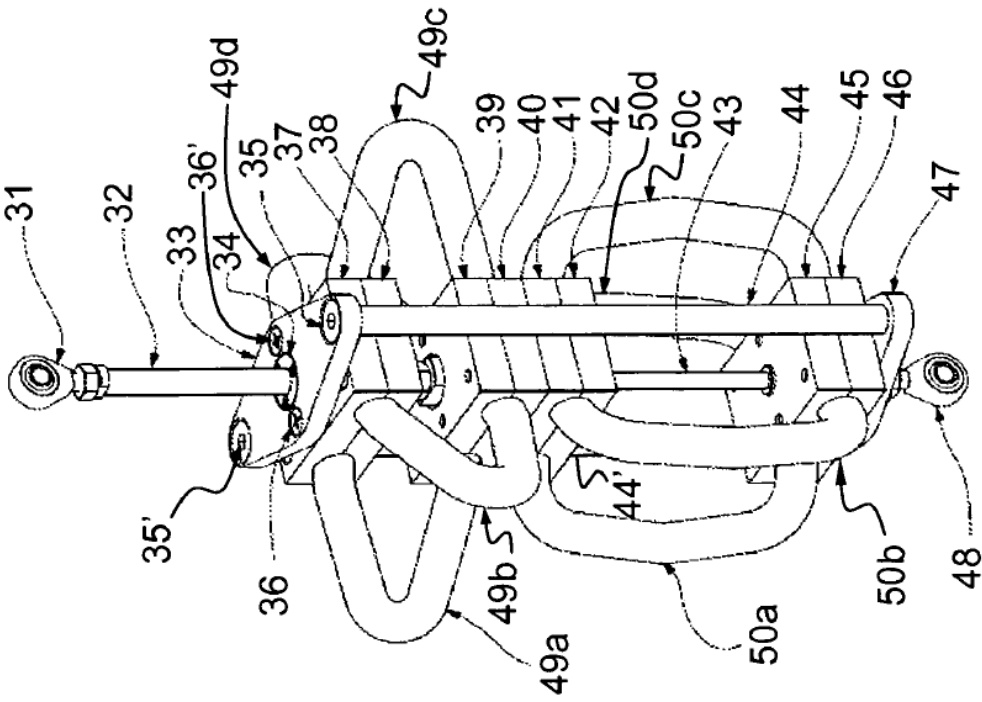


FIG. 3a

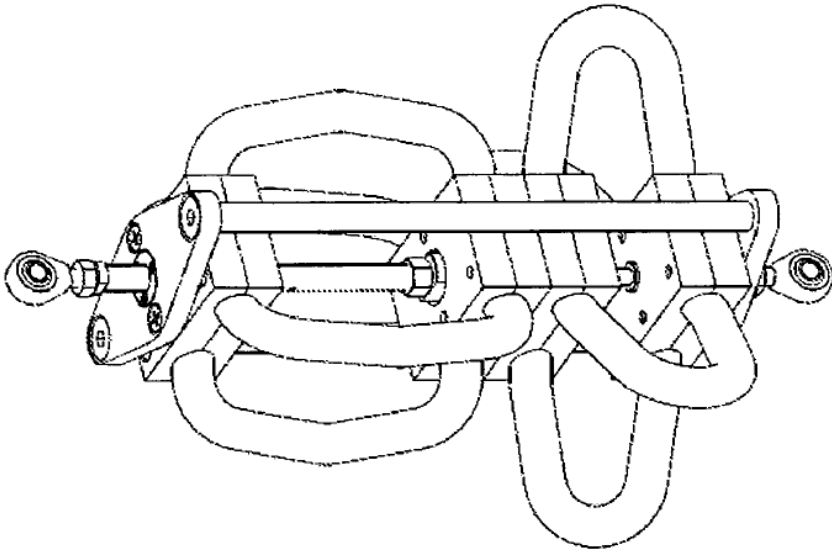


FIG. 3b

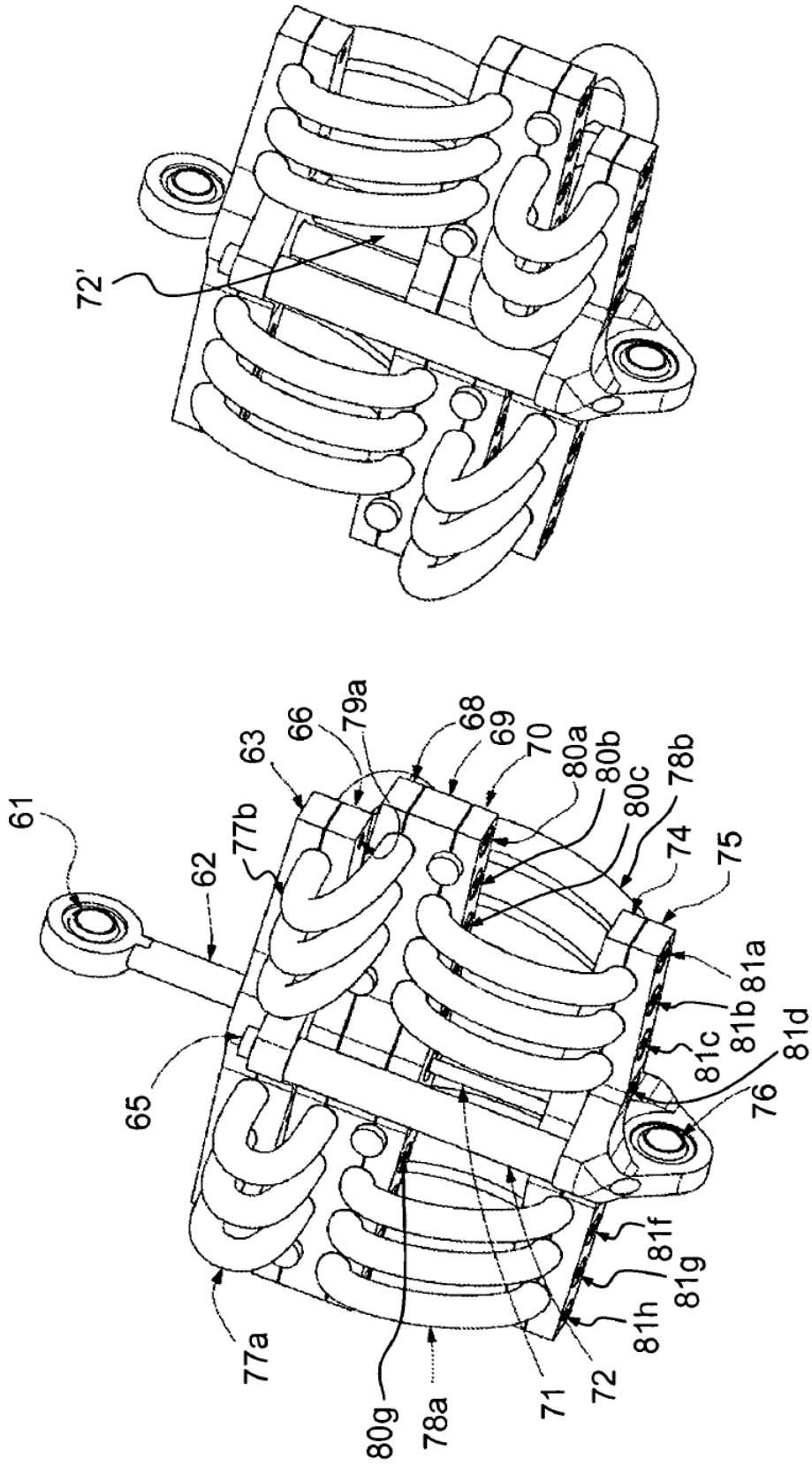


FIG.4b

FIG.4a

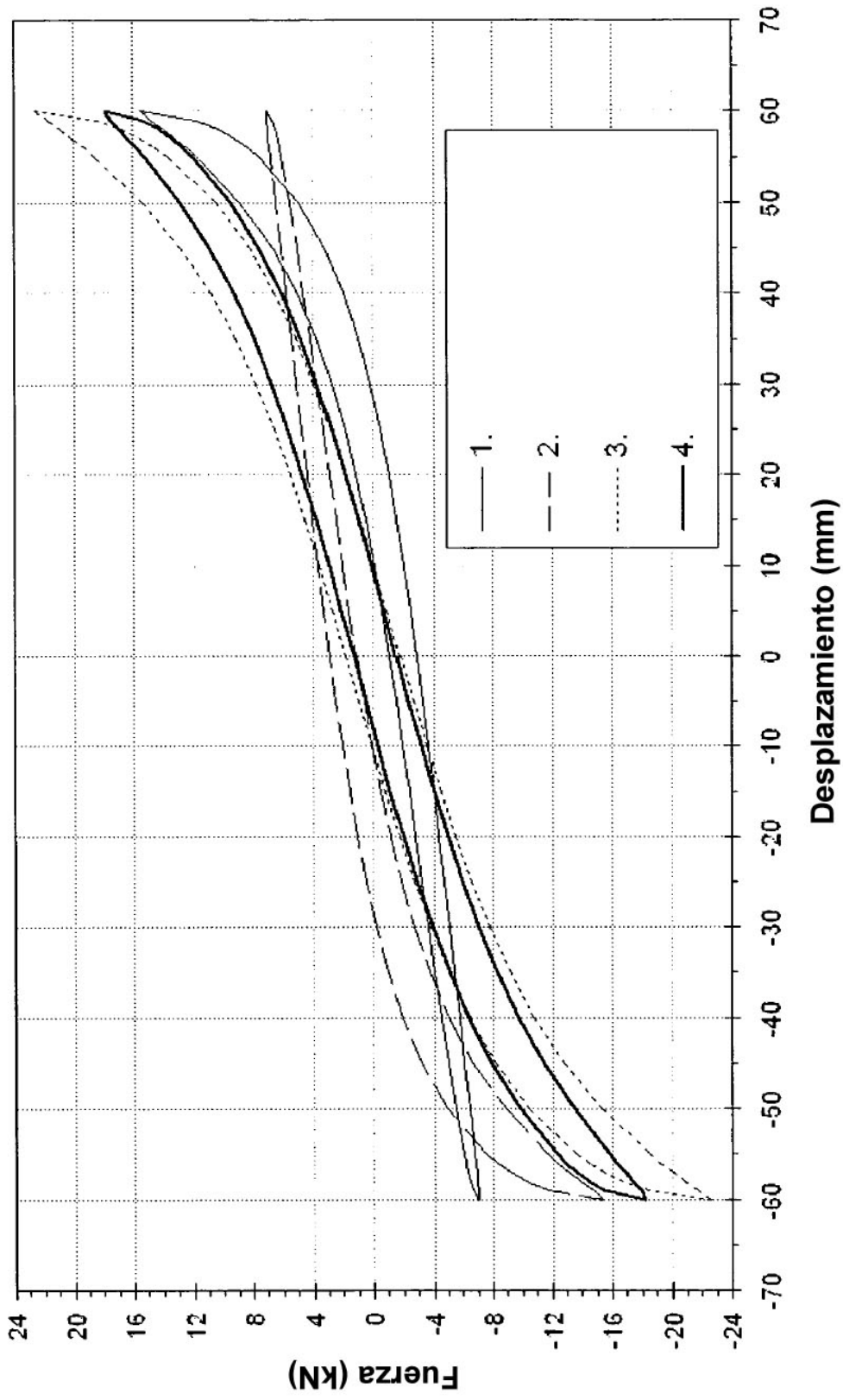
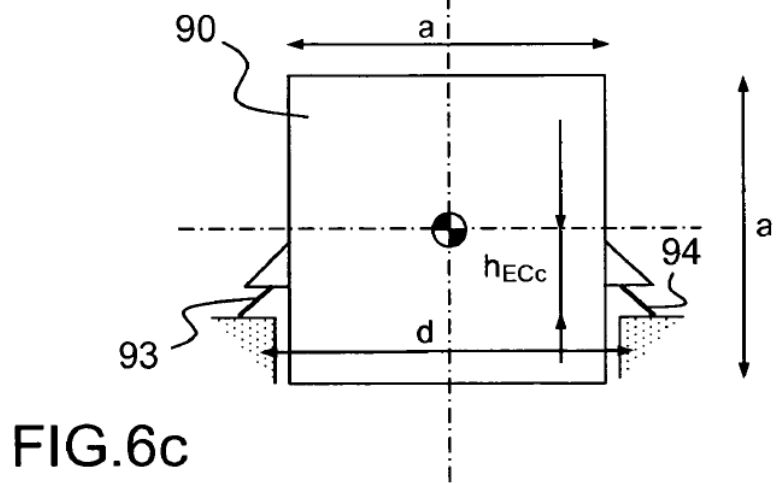
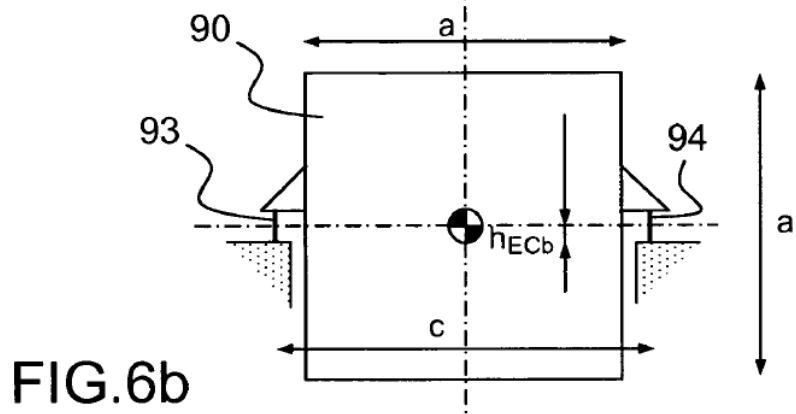
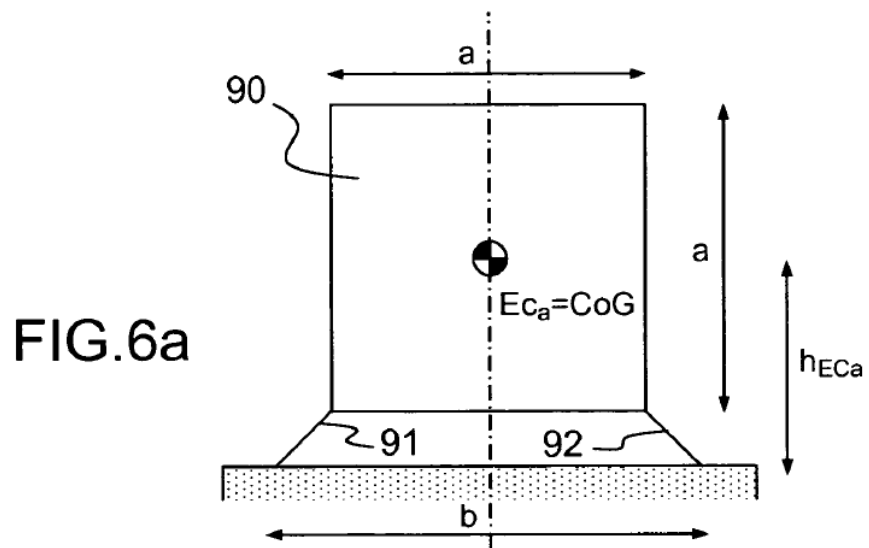


FIG.5



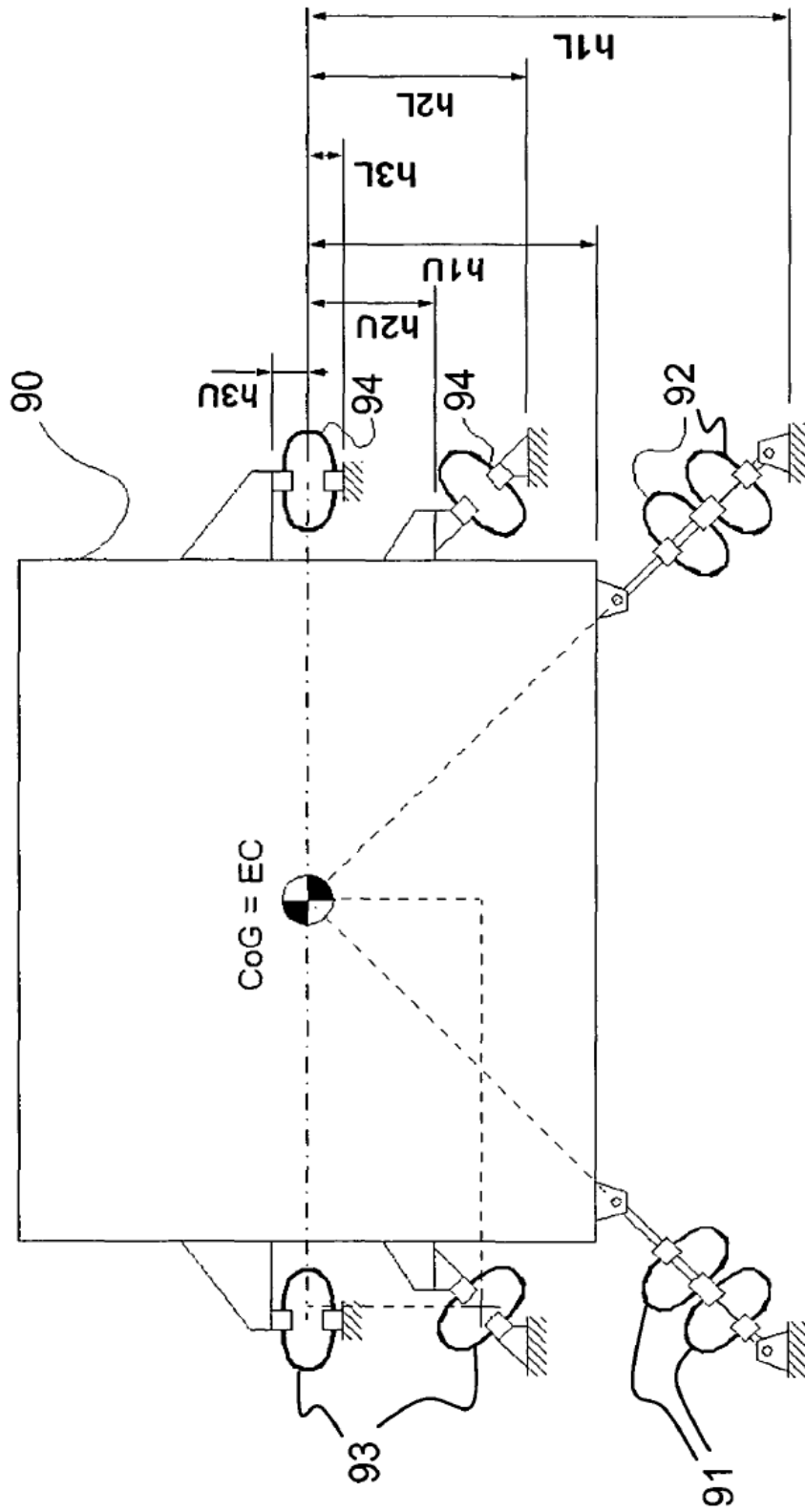


FIG.7

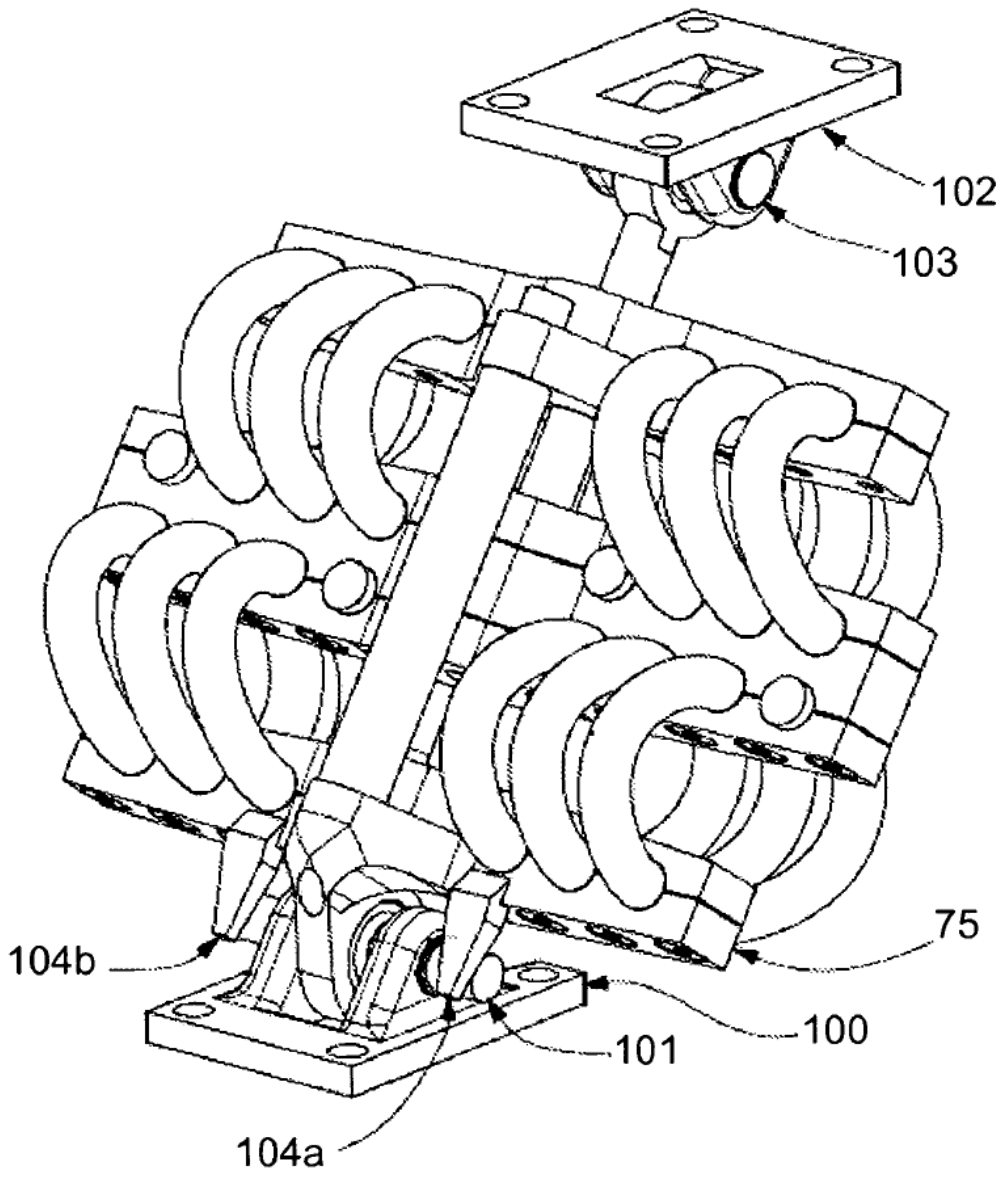


FIG. 8

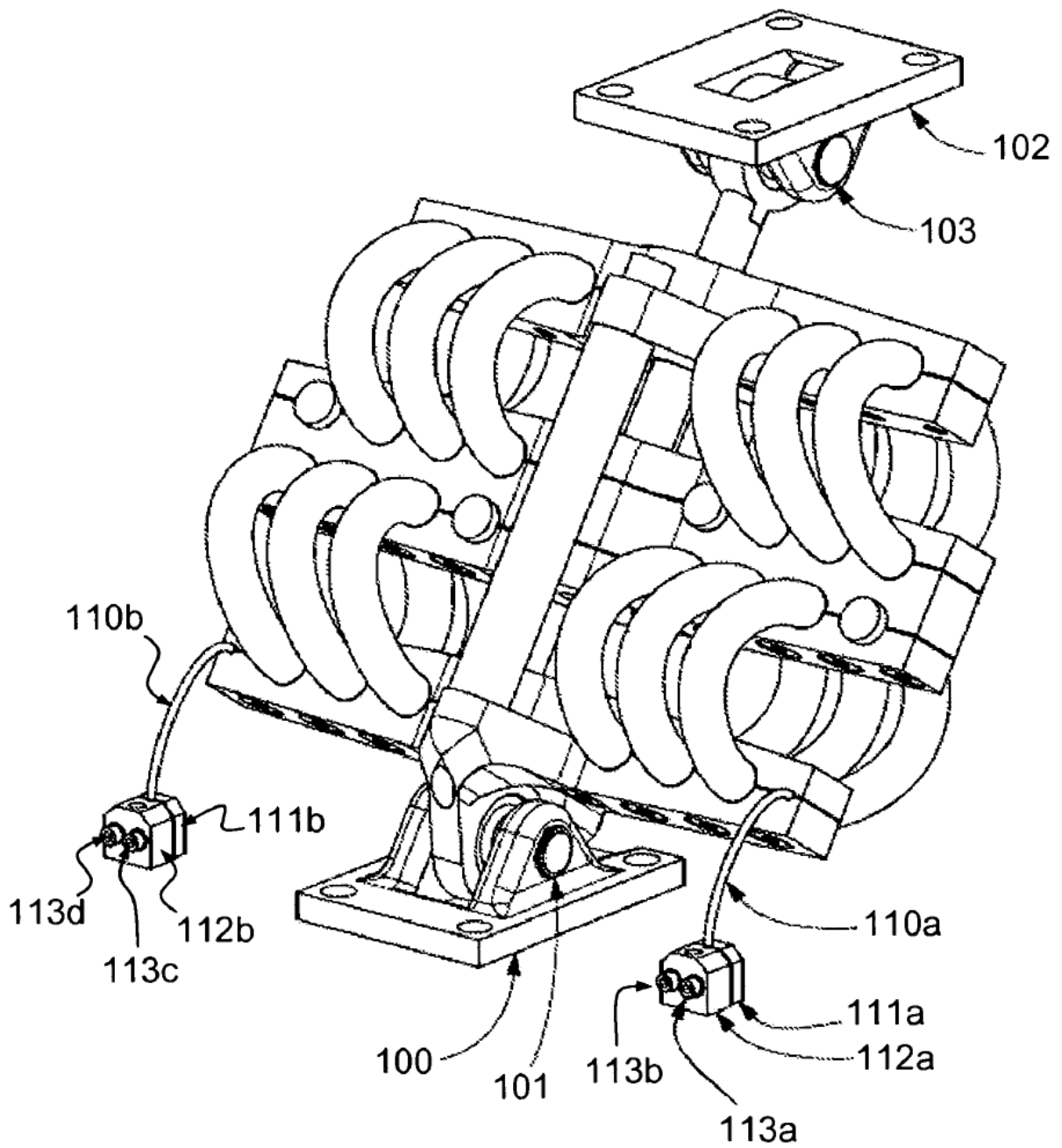


FIG.9