

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 465 494**

51 Int. Cl.:

**F16F 7/02** (2006.01)

**F16F 7/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2009** **E 09798933 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2014** **EP 2516884**

54 Título: **Amortiguador por fricción para cable**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.06.2014**

73 Titular/es:

**VSL INTERNATIONAL AG (100.0%)**  
**Sägestrasse 76**  
**3098 Köniz, CH**

72 Inventor/es:

**BOURNAND, YVES**

74 Agente/Representante:

**GARCÍA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro**

**ES 2 465 494 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

Amortiguador por fricción para cable.

- 5 La invención se refiere al campo técnico de la amortiguación del movimiento relativo entre elementos de una estructura y, en particular, a la amortiguación de la vibración en cables tirantes estructurales.

Los puentes atirantados, puentes colgantes y otras construcciones soportadas o reforzadas por cables, tales como torres de acero elevadas, postes de telecomunicaciones y aerogeneradores requieren cables para garantizar su resistencia y estabilidad estructurales.

- 10 Dichos cables a menudo están sometidos a vibraciones causadas por el viento y la lluvia o inducidas por movimientos de la estructura. Se ha observado que estas fuerzas dan origen a oscilaciones transversales y vibraciones de los cables (véase el documento I. Kovacs, "Zur Frage der Seilschwingungen und der Seildämpfung", Die Bautechnik 10/1982, págs. 3-10); con el tiempo, los cables pueden resultar gravemente dañados por dicho movimiento repetitivo, especialmente en la región de los cables donde están fijados a puntos de anclaje fijos.

- 15 Ya se ha sugerido suprimir dichas vibraciones de cables proporcionando amortiguadores de vibración de cables. Se han usado o propuesto varios principios de amortiguación, tales como neopreno, amortiguadores hidráulicos, amortiguación mediante sistemas de masa sintonizados e incluso frenos por corrientes parásitas. Sin embargo, todos estos dispositivos están acompañados por graves inconvenientes; la acción de amortiguación de los amortiguadores hidráulicos comienza a valores muy bajos, cercanos a cero, al comienzo de la vibración, y estas fuerzas son esencialmente proporcionales a la velocidad del punto a amortiguar. Dichos amortiguadores están, por lo tanto, siempre en funcionamiento y las juntas resultan, por lo tanto, dañadas muy rápidamente, conduciendo a fugas lo que hace al amortiguador ineficaz. Una desventaja adicional de amortiguadores viscosos e hidráulicos es que pueden estar optimizados solamente para un modo de vibración. Los sistemas de masa sintonizados son demasiado voluminosos, y técnicamente difíciles de realizar, y amortiguan solamente una frecuencia Eigen particular. Hasta la fecha se ha considerado desventajoso usar estos sistemas en base a que, dado que su acción de amortiguación es eficaz incluso para oscilaciones relativas muy pequeñas del cable, y dado que cada movimiento causa desgaste, dichos sistemas adolecen de tasas de desgaste elevadas y, por consiguiente, requieren un elevado mantenimiento. También se percibió que algunos de estos sistemas de amortiguación padecen deslizamiento y juego, con el resultado de que su función de amortiguación era impredecible e inconstante.

- 30 Para superar las desventajas percibidas del uso de amortiguadores eficaces para pequeños movimientos, se propuso en la solicitud de patente europea EP1035350, presentada por el solicitante de la presente solicitud, usar un dispositivo amortiguador que era eficaz solamente para movimientos que implicaban fuerzas relativamente grandes. Esto se consiguió usando un amortiguador por fricción que tiene un coeficiente de fricción estático significativamente mayor que su coeficiente de fricción dinámico. De hecho, aunque no se menciona en el documento EP1035350, se usó hierro colado como un material de fricción apropiado, dado que podía usarse para crear un acoplamiento friccional con un coeficiente estático al menos un 40% mayor que su coeficiente de fricción dinámico. Este amortiguador por fricción de la técnica anterior usa deliberadamente materiales de fricción que tienen propiedades de "pegado y deslizamiento" (*stick-slip*) elevadas. La expresión "pegado y deslizamiento" se refiere a un efecto que surge como resultado de una diferencia significativa entre los coeficientes de fricción estático y dinámico de la interfaz friccional entre las superficies de fricción. Se requiere una fuerza tangencial relativamente grande para iniciar el movimiento entre los elementos de fricción. Sin embargo, una vez que se ha superado esta gran fuerza tangencial, y los elementos de fricción comienzan a moverse unos con respecto a otros, la fuerza tangencial requerida para mantener el movimiento es significativamente menor. De este modo, el coeficiente de fricción estático actúa como barrera o filtro que impide el movimiento debido a fuerzas tangenciales por debajo de cierto umbral. El coeficiente de fricción dinámico determina la fuerza de amortiguación tangencial que actúa contra el movimiento relativo de las superficies de fricción una vez que éstas comienzan a moverse y, de este modo, actúa para amortiguar el movimiento. El coeficiente de fricción dinámico de los materiales de fricción usados en los amortiguadores de la técnica anterior, tales como hierro colado, está típicamente en la región del 60% de su coeficiente de fricción estático. Ambos de estos coeficientes pueden variar, sin embargo, dependiendo de factores medioambientales tales como humedad, y factores mecánicos tales como la cantidad de desgaste o rugosidad en las superficies de fricción. El amortiguador por fricción de la técnica anterior estaba, por lo tanto, diseñado para amortiguar solamente las oscilaciones más grandes de mayor energía. Las pastillas de fricción de hierro colado también padecen gravemente de efectos relacionados con la edad. La superficie de hierro puede volverse pulida, por ejemplo, lo que altera su rendimiento de amortiguación. O la fricción puede generar temperaturas en el hierro que son tan elevadas que hay peligro de que las superficies se fusionen entre sí.

Nótese que el amortiguador de la técnica anterior desvelado en el documento EP1035350 intentaba reducir esta variación de los coeficientes de fricción usando resortes para ejercer una fuerza normal relativamente contante entre

las dos superficies friccionales. De esta manera, la influencia de la expansión o contracción térmica sobre la fuerza normal en los elementos de fricción se eliminaba virtualmente.

Los amortiguadores de fricción de la técnica anterior padecen las siguientes desventajas, sin embargo:

5 En primer lugar, los amortiguadores de la técnica anterior fueron diseñados para amortiguar solamente movimientos con una fuerza y magnitud mayores que cierto umbral. De esta manera, se esperó reducir el número de movimientos relativos entre las superficies de fricción, y de este modo reducir el desgaste (y por lo tanto los costes de mantenimiento) en los amortiguadores. Esta solución se propuso a pesar del hecho de que significaba que el amortiguador no amortiguaba vibraciones de magnitud más pequeña o menor energía. Sin embargo, a menudo es deseable amortiguar un intervalo de vibraciones tan amplio como sea posible, incluyendo vibración de baja energía, o movimientos de fuerza y magnitud pequeñas, dado que incluso pequeñas vibraciones pueden causar endurecimiento por medios mecánicos y desgaste en la estructura que está siendo amortiguada. Amortiguando vibraciones pequeñas y de baja energía, también es posible impedir su amplificación a vibraciones más grandes, más dañinas, por ejemplo mediante efectos de resonancia acumulativos.

10 En segundo lugar, incluso aunque fueron diseñados para reducir el número de movimientos entre los elementos de fricción, el uso de hierro colado en los amortiguadores de fricción de la técnica anterior significa que estos siguen padeciendo un desgaste relativamente rápido de las superficies de fricción y, por lo tanto, requieren inspección, ajuste y mantenimiento regulares.

15 En tercer lugar, los materiales de fricción usados en la técnica anterior padecen corrosión, especialmente donde estos amortiguadores se usan en condiciones expuestas tales como puentes atirantados, donde la humedad y la entrada de agua son difíciles de evitar.

20 En cuarto lugar, las propiedades de pegado y deslizamiento de los amortiguadores de la técnica anterior inevitablemente conducen a movimientos súbitos y discontinuos entre los elementos cuyo movimiento relativo está siendo amortiguado. Un salto súbito se produce en el instante en que la fuerza tangencial se vuelve lo suficientemente grande para superar el coeficiente de fricción estático del amortiguador. Cuando esto ocurre, el material de los elementos estructurales que están siendo amortiguados (habitualmente acero) sufre una deformación súbita y relativamente grande. Cuando este tipo de deformación discontinua se repite, ésta puede conducir a fallo estructural grave en el acero debido al desgaste mecánico o endurecimiento por medios mecánicos. Los amortiguadores se sitúan a menudo cerca de los puntos de anclaje de cables tirantes, por ejemplo, para amortiguar el movimiento lateral del cable, y reducir de este modo la cantidad de deformación del cable donde éste entra en el anclaje fijo. El objetivo es reducir el número y la magnitud de deformaciones del acero en la unión del cable y el anclaje y, por lo tanto, reducir el riesgo de desgaste y alteración estructural.

25 En quinto lugar, la fricción de frenado de los amortiguadores de la técnica anterior (y por lo tanto su función de amortiguación) puede variar significativamente cuando las superficies de fricción están afectadas por la humedad. El agua presenta un problema particular para dichos amortiguadores; no solamente debido a que puede producir corrosión en las superficies de fricción, sino también porque cualquier humedad sobre las superficies de fricción puede formar un efecto lubricante impredecible sobre la superficie de fricción que puede reducir significativamente los coeficientes de fricción del amortiguador.

30 En sexto lugar, los materiales usados en los amortiguadores de la técnica anterior pueden causar un nivel de ruido significativo cuando están de nuevo en funcionamiento. Cada movimiento de cable de acero contra la pastilla o pastillas de fricción de hierro puede dar origen a la emisión de sonidos audibles desagradables y la transmisión de vibraciones de alta frecuencia a través de la estructura que pueden afectar a su integridad estructural a largo plazo.

35 La presente invención pretende proporcionar un método y dispositivo de amortiguación de bajo mantenimiento que resuelva algunos o todos los problemas anteriores. En particular, pretende proporcionar una función de amortiguación que tiene una amplitud de frecuencia o respuesta de oscilación-energía mejoradas, un rendimiento de amortiguación más constante en condiciones ambientales variables, y una resistencia al desgaste mejorada.

40 Nótese que la amortiguación mencionada en esta solicitud se describe usando el ejemplo de movimiento oscilatorio lateral de cables con respecto a una estructura fija, tal como un punto de anclaje. La solicitud de patente anterior EP1035350 se usa como un ejemplo ilustrativo de como y donde pueden realizarse el método y dispositivo de la presente invención. Sin embargo, se prevé que la amortiguación de la presente invención no necesite estar limitada a esta configuración, y podría aplicarse en cualquier situación donde se requiera amortiguación y, en particular, donde se requiere que la amortiguación tenga una amplia frecuencia o respuesta de oscilación-energía y/o características de amortiguación constantes. No es necesario que la amortiguación sea sólo en una dirección, sino que podría ser en múltiples direcciones, en un único plano, por ejemplo, o en tres dimensiones. Los dispositivos de amortiguación pueden contener uno, dos o más conjuntos de superficies de fricción dispuestos en cualquier disposición espacial que se adecue a la aplicación particular. Aunque el amortiguador de la presente invención se ha descrito en el contexto de amortiguación de movimientos oscilatorios de elementos estructurales, también puede usarse para amortiguar otros tipos de movimiento relativo.

Es un objeto de la presente invención proporcionar un dispositivo amortiguador para amortiguar el movimiento relativo entre un primer miembro estructural y un segundo miembro estructural en una construcción, comprendiendo el dispositivo amortiguador un primer elemento de fricción asociado mecánicamente con el primer miembro estructural, incluyendo el primer elemento de fricción una primera superficie de fricción hecha de un primer material de fricción, un segundo elemento de fricción asociado mecánicamente con el segundo miembro estructural, incluyendo el segundo elemento de fricción una segunda superficie de fricción hecha de un segundo material de fricción, estando las primera y segunda superficies de fricción en acoplamiento friccional mutuo, de modo que el movimiento relativo entre las primera y segunda superficies de fricción es amortiguado por el acoplamiento friccional entre las primera y segunda superficies de fricción, caracterizándose el dispositivo amortiguador porque al menos uno de los primer y segundo materiales de fricción es un material polimérico de baja fricción.

En una realización de la invención, el material polimérico de baja fricción usado en el dispositivo amortiguador de la invención comprende un lubricante distribuido.

En otra realización de la invención, el material polimérico de baja fricción es tereftalato de polietileno.

En otra realización de la invención, los coeficientes de fricción estático y dinámico del acoplamiento friccional entre el primer material de fricción de la primera superficie de fricción y el segundo material de fricción de la segunda superficie de fricción son tales que los coeficientes estático y dinámico difieren en una cantidad que es menor que el 25% del coeficiente de fricción estático.

En otra realización de la invención, al menos uno de los primer y segundo miembros estructurales es un cable bajo tensión.

En otra realización de la invención, está provisto un medio de sollicitación para proporcionar una fuerza de sollicitación que presiona a la primera y a la segunda superficies de fricción una contra la otra. De acuerdo con una variante de esta realización, el medio de sollicitación comprende al menos un resorte.

En otra realización de la invención, se proporciona un medio de ajuste de la fricción para ajustar la fuerza de fricción del acoplamiento friccional entre las primera y segunda superficies de fricción. De acuerdo con una variante de esta realización, el medio de ajuste de la fricción comprende un medio de ajuste de la sollicitación para ajustar la fuerza de sollicitación.

En otra realización de la invención, tanto el primer como el segundo materiales de fricción son el material polimérico de baja fricción.

En otra realización de la invención, uno de los primer y segundo materiales de fricción es el material polimérico de baja fricción y el otro es un metal.

Es también un objeto de la invención proporcionar una estructura de ingeniería civil que comprende un primer miembro estructural y un segundo miembro estructural, comprendiendo la estructura de ingeniería civil uno o más dispositivos de amortiguación descritos anteriormente. En una realización de la estructura de ingeniería civil de acuerdo con la invención, el primer miembro estructural es un cable estructural, bajo tensión, unido a un punto de anclaje en el segundo miembro estructural. En una variante de esta realización, el dispositivo de amortiguación, o al menos uno de los dispositivos de amortiguación, está dispuesto para amortiguar movimientos oscilatorios en el cable en una región del cable adyacente al punto de anclaje.

Es un objeto adicional de la invención proporcionar un método de amortiguación del movimiento relativo entre un primer miembro estructural y un segundo miembro estructural, comprendiendo el método: una primera etapa de dotar al primer miembro estructural de una primera superficie de fricción que comprende un primer material de fricción, una segunda etapa de dotar al segundo miembro estructural de una segunda superficie de fricción que comprende un segundo material de fricción, una tercera etapa de aplicar una fuerza para presionar las primera y segunda superficies de fricción conjuntamente en acoplamiento friccional mutuo de modo que el movimiento relativo entre las primera y segunda superficies de fricción es amortiguado por el acoplamiento friccional entre las primera y segunda superficies de fricción, en la que al menos uno de los primer y segundo materiales de fricción es un material polimérico de baja fricción.

Éstas y otras ventajas de la invención se entenderán a partir de la siguiente descripción y dibujos. Los dibujos comprenden:

La figura 1, que muestra una vista en alzado parcialmente en sección de una implementación ejemplar de la invención para amortiguar vibración en un cable, y

La figura 2, que muestra una vista en alzado parcialmente en sección de un ejemplo ligeramente diferente de cómo puede usarse la invención para amortiguar vibración en un cable.

Una aplicación ejemplar de la invención se muestra en las figuras 1 y 2. La mitad superior de cada figura se muestra en vista de sección, mientras que la mitad inferior se muestra en alzado. La siguiente descripción se refiere tanto a la

figura 1 como a la figura 2 excepto donde se indique. Nótese que las disposiciones representadas en las figuras 1 y 2 corresponden a las figuras del EP1035350, aunque con diferentes números de referencia.

En ambas figuras, un cable, 10, habitualmente compuesto por múltiples filamentos de cable en haz, se muestra con un eje longitudinal 12. Se muestra un sistema de amortiguación de cable que comprende esencialmente dos subconjuntos: un primer subconjunto que está fijado mecánicamente al cable, y un segundo subconjunto que está fijado mecánicamente a un punto de referencia (no se muestra). El punto de referencia es habitualmente una referencia fija, tal como una pieza de un anclaje del cable, o una pieza de la estructura a la que el cable está anclado. Podría ser, sin embargo, un conjunto de resorte y masa para, junto con el dispositivo de amortiguación, proporcionar un sistema de amortiguación de masa cuyo movimiento con respecto al cable está, a su vez, amortiguado.

El primer subconjunto amortiguador, fijado al cable, comprende un collarín 9 fijado alrededor del cable 10, un elemento ortogonal 5 y dos elementos de fricción 3a y 3b montados sobre el elemento ortogonal.

El segundo subconjunto amortiguador, fijado a la referencia, comprende dos elementos de fricción 2a y 2b adicionales, montados en soportes ajustables roscados 7a y 7b que están, a su vez, montados en bastidores 4a y 4b. Los bastidores 4a y 4b están fijados a los extremos a resortes de láminas 5a y 5b, y los otros extremos de resortes de láminas 5a y 5b están fijados entre sí y la referencia mediante elementos de fijación 11. La disposición de resorte y bastidor es la misma que la desvelada en el documento EP1035350, y se incluye para garantizar una fuerza normal constante empujando a los elementos de fricción conjuntamente.

1a y 1b muestran la región donde las superficies de fricción se acoplan y causan la fricción necesaria para la amortiguación.

Las figuras 1 y 2 difieren solamente en la configuración de las pastillas de fricción 2a, 2b, 2a y 3b. La figura 1 muestra una disposición ejemplar en la que una mitad (2a, 2b) de cada par de pastillas de fricción es un bloque de material de fricción montado en una unidad de soporte roscada 7a, 7b. La unidad roscada puede usarse para hacer avanzar o retraer al bloque hacia o lejos del otro elemento de fricción 3a, 3b, que es un pedazo de material polimérico de baja fricción unido a la pieza 5, que está fijada con respecto al cable.

La figura 2 muestra una disposición similar, excepto que las superficies de fricción son mayores, y están implementadas como pares de emparejamiento de pastillas de fricción 2a, 2b, 2a y 3b unidos a las superficies del soporte 13a, 13b o la pieza central 5, según sea apropiado.

Nótese que, aunque ambas figuras muestran dos pares de superficies de fricción, y estas superficies pueden estar hechas del mismo material polimérico de baja fricción, el acoplamiento friccional 1a, 1b puede conseguirse usando un número diferente de superficies, usando el mismo material polimérico para las pastillas de fricción, o usando el material polimérico para una, o algunas de superficies de fricción y un material diferente, tal como metal, para la otra o las otras.

Algunos o todos los elementos de fricción (2a, 2b, 2a y 3b) ilustrados en las figuras 1 y 2 están compuestos preferentemente por un material polimérico de baja fricción, tal como tereftalato de polietileno (PET) que comprende lubricante dispersado. Dichos materiales ofrecen coeficientes de fricción muy bajos y muy constantes, así como una elevada resistencia al desgaste y la abrasión. Estos son altamente elásticos, y pueden soportar fuerzas de carga elevadas, conservando su forma incluso bajo fuerzas de deformación o compresión significativas. Un dicho material es comercializado por la compañía estadounidense Quadrant con el nombre Ertalyte TX™. Este tipo de polímero de baja fricción se usa convencionalmente en aplicaciones que requieren resistencia mecánica pero baja fricción, tales como cojinetes, casquillos, correderas, rodillos y pastillas de deslizamiento. Teniendo coeficientes de fricción muy bajos, estos materiales son una elección antinatural para aun amortiguador de tipo freno de fricción. Sin embargo, se ha descubierto que, a pesar del muy bajo coeficiente de fricción de ErtalyteTX™, los resortes 5a y 5b y los soportes 7a y 7b pueden estar diseñados de modo que suficiente fuerza normal se ejerza sobre los elementos de fricción para proporcionar la cantidad requerida de acoplamiento friccional. El área de las superficies de acoplamiento (1a, 1b) de los elementos de fricción 2a, 2b, 3a y 3b también puede seleccionarse para dar el acoplamiento por fricción requerido.

El uso de dichos materiales poliméricos de baja fricción presenta la ventaja adicional de que sus coeficientes de fricción no cambian significativamente con la edad; de que sus coeficientes de fricción no varían en presencia de agua o humedad; funcionan de forma virtualmente silenciosa, y sus características friccionales muestran un comportamiento de pegado y deslizamiento enormemente reducido en comparación con los materiales de fricción convencionales usados en la técnica anterior.

En la disposición preferida, en la que una o ambas de las superficies de fricción en cada par está hecha de Ertalyte TX™, se descubre que el coeficiente de fricción resultante está habitualmente en la región de 0,15 a 0,18. El coeficiente de fricción estático es aproximadamente un 25% mayor que el coeficiente de fricción dinámico. Esto se compara con el amortiguador de la técnica anterior, con superficies de fricción de hierro colado, que tiene un

coeficiente de fricción de entre 0,5 y 1,0, con un coeficiente estático que es del 50% al 60% mayor que su coeficiente de fricción dinámico.

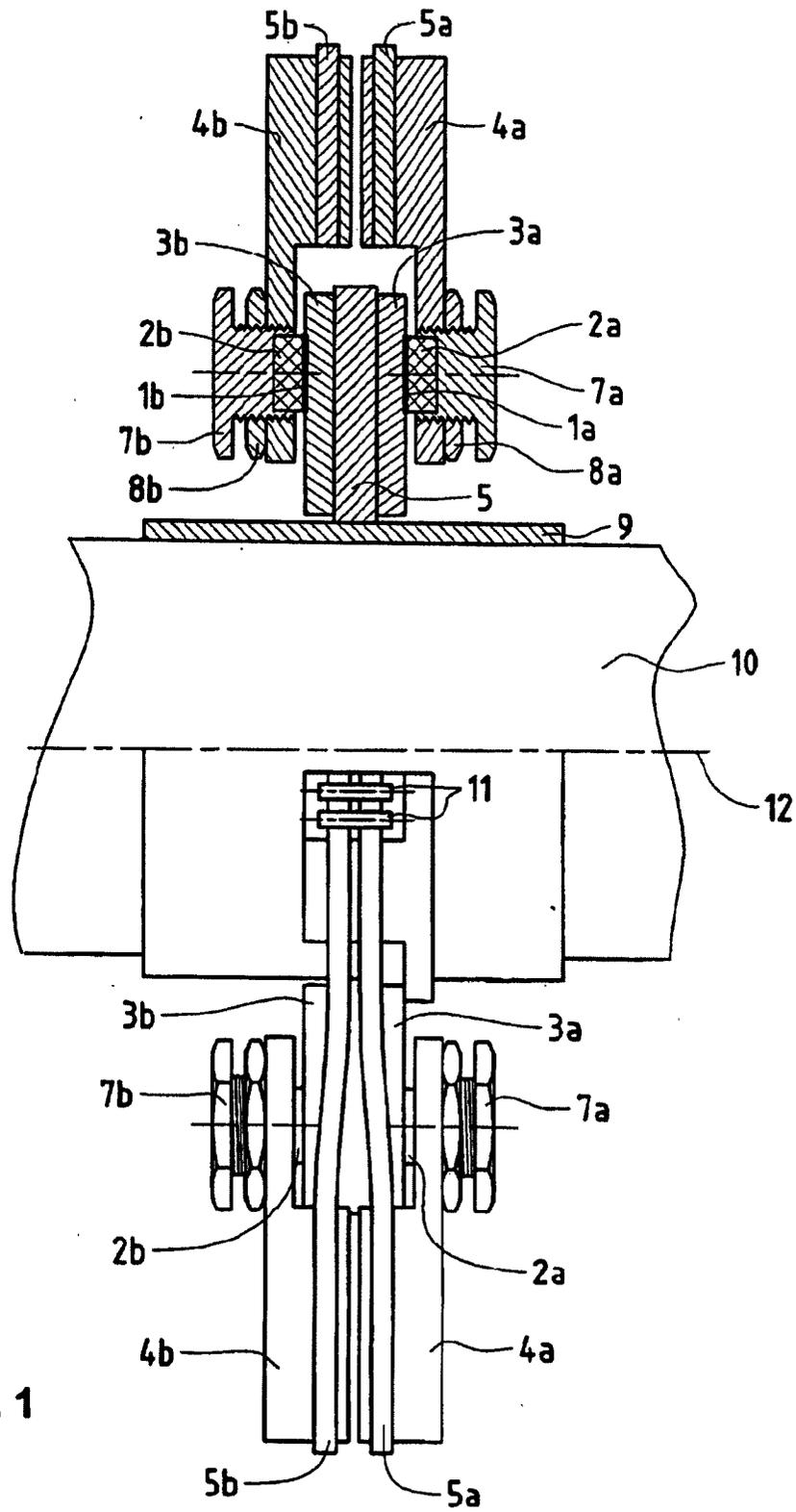
5 El material PET con lubricante también presenta una tendencia al desgaste enormemente reducida, y el desgaste se produce a una velocidad más o menos constante. Resultados experimentales mostraron una velocidad de desgaste de aproximadamente 0,05 mm por 2000 ciclos de oscilación al comienzo del funcionamiento (durante un llamado periodo de "puesta en servicio" o "acomodamiento"). Después de este periodo inicial, sin embargo, la velocidad de desgaste es tan pequeña como para ser despreciable. Por comparación, la velocidad de desgaste del material de hierro colado de la técnica anterior durante su periodo de puesta en servicio puede ser del orden de 0,5 mm por 250 ciclos.

10

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo amortiguador para amortiguar el movimiento relativo entre un primer miembro estructural y un segundo miembro estructural en una construcción, comprendiendo el dispositivo amortiguador
- 5 un primer elemento de fricción (2a, 2b) asociado mecánicamente con el primer miembro estructural, incluyendo el primer elemento de fricción (2a, 2b) una primera superficie de fricción hecha de un primer material de fricción,
- un segundo elemento de fricción (3a, 3b) asociado mecánicamente con el segundo miembro estructural, incluyendo el segundo elemento de fricción (3a, 3b) una segunda superficie de fricción hecha de un segundo material de fricción,
- 10 estando las primera y segunda superficies de fricción en acoplamiento friccional mutuo (1a, 1b) de modo que el movimiento relativo entre las primera y segunda superficies de fricción sea amortiguado por el acoplamiento friccional (1a, 1b) entre las primera y segunda superficies de fricción,
- estando el dispositivo amortiguador **caracterizado porque** al menos uno de los primer y segundo materiales de fricción es un material polimérico de baja fricción.
- 15
2. Dispositivo amortiguador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el material polimérico de baja fricción comprende un lubricante distribuido.
3. Dispositivo amortiguador de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que el material polimérico de baja fricción es tereftalato de polietileno.
- 20
4. Dispositivo amortiguador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los coeficientes de fricción estático y dinámico del acoplamiento friccional (1a, 1b) entre el primer material de fricción de la primera superficie de fricción y el segundo material de fricción de la segunda superficie de fricción difieren en una cantidad que es menor que el 25% del coeficiente de fricción estático.
- 25
5. Dispositivo amortiguador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que al menos uno de los primer y segundo miembros estructurales es un cable bajo tensión.
6. Dispositivo amortiguador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende un medio de sollicitación (5a, 5b) para proporcionar una fuerza de sollicitación que presiona la primera y la segunda superficies de fricción una contra la otra.
- 30
7. Dispositivo amortiguador de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el medio de sollicitación (5a, 5b) comprende al menos un resorte.
- 35
8. Dispositivo amortiguador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende un medio de ajuste de la fricción (7a, 7b) para ajustar el coeficiente de fricción del acoplamiento friccional entre las primera y segunda superficies de fricción.
- 40
9. Dispositivo amortiguador de acuerdo con la reivindicación 8 cuando es dependiente de la reivindicación 6 ó 7, en el que el medio de ajuste de la fricción (7a, 7b) comprende un medio de ajuste de la sollicitación para ajustar la fuerza de sollicitación.
- 45
10. Dispositivo amortiguador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que tanto el primer como el segundo materiales de fricción son el material polimérico de baja fricción.

11. Dispositivo amortiguador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que uno de los primer y segundo materiales de fricción es el material polimérico de baja fricción y el otro es un metal.
- 5 12. Estructura de ingeniería civil que comprende un primer miembro estructural y un segundo miembro estructural, estando la estructura de ingeniería civil **caracterizada porque** comprende uno o más dispositivos de amortiguación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11.
- 10 13. Estructura de ingeniería civil de acuerdo con la reivindicación 12, en la que el primer miembro estructural es un cable estructural, bajo tensión, unido a al menos un punto de anclaje en el segundo miembro estructural.
14. Estructura de ingeniería civil de acuerdo con la reivindicación 13, en la que al menos uno de los dispositivos de amortiguación está dispuesto para amortiguar movimientos oscilatorios en el cable adyacente al, al menos un, punto de anclaje.
- 15 15. Método de amortiguación de movimiento relativo entre un primer miembro estructural y un segundo miembro estructural, comprendiendo el método las etapas de:
- una primera etapa de dotar al primer miembro estructural de una primera superficie de fricción que comprende un primer material de fricción,
- 20 una segunda etapa de dotar al segundo miembro estructural de una segunda superficie de fricción que comprende un segundo material de fricción,
- una tercera etapa de aplicar una fuerza para presionar las primera y segunda superficies de fricción conjuntamente en acoplamiento friccional mutuo (1a, 1b) de modo que el movimiento relativo entre las primera y segunda superficies de fricción sea amortiguado por el acoplamiento friccional (1a, 1b) entre las primera y segunda superficies de fricción,
- 25 estando el método **caracterizado porque** al menos uno de los primer y segundo materiales de fricción es un material polimérico de baja fricción.



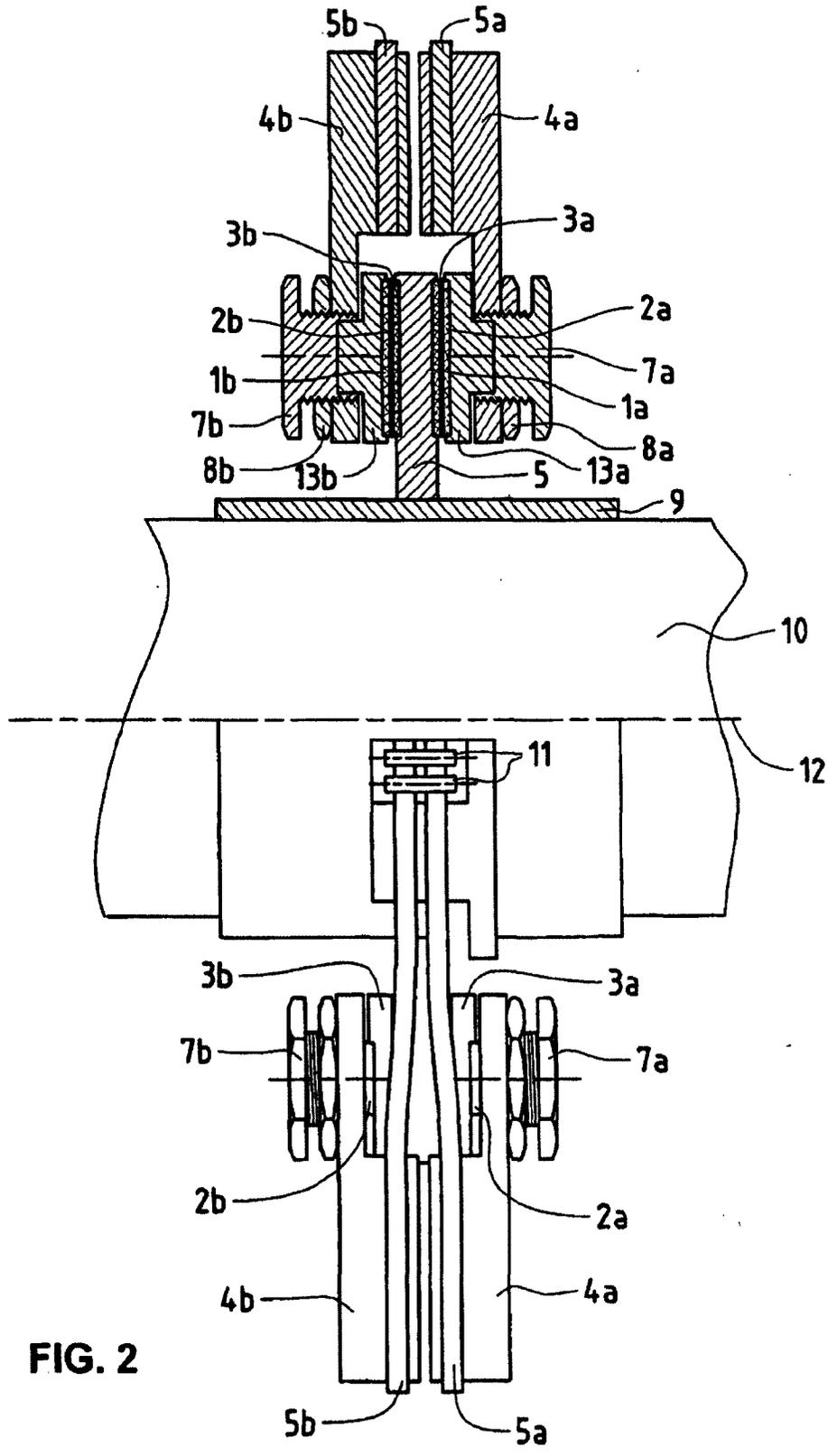


FIG. 2