

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 736 289**

51 Int. Cl.:

F16F 15/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.10.2014** **PCT/FR2014/052693**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.04.2015** **WO15059413**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.10.2014** **E 14824880 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019** **EP 3060827**

54 Título: **Dispositivo de amortiguación de vibraciones de un cable**

30 Prioridad:

23.10.2013 FR 1360318

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

27.12.2019

73 Titular/es:

SOLETANCHE FREYSSINET (100.0%)
280 Avenue Napoleon Bonaparte
92500 Rueil Malmaison, FR

72 Inventor/es:

STUBLER, JÉRÔME y
MELLIER, ERIK

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 736 289 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 de amortiguación de vibraciones de un cable

5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere a técnicas de amortiguación de las vibraciones que sufren los cables utilizados para suspender las estructuras de ingeniería.

10 Estado de la técnica

Se aplica en particular a las suspensiones de puentes atirantados. Los tirantes vibran principalmente debido al viento y al tráfico de vehículos. Se han propuesto diferentes tipos de dispositivos para amortiguar estas vibraciones.

15 En un primer tipo de dispositivo de amortiguación (véanse, por ejemplo, los documentos EP 0 343 054 A1, DE 295 17 250 U1 o WO 98/04780 A1), la energía vibratoria se disipa alrededor del cable, en una zona delimitada radialmente por un elemento fijado a la estructura suspendida. Este elemento puede ser un brazo que se extiende entre el cable y la estructura suspendida, o un tubo que recibe la parte inferior del cable. Con este tipo de dispositivo se limitan las amplitudes de las vibraciones amortiguadas.

20 Otros dispositivos utilizan amortiguadores de carrera lineal tales como pistones hidráulicos. Estos pistones pueden disponerse en brazos que se extienden entre los cables y la estructura suspendida (véase, por ejemplo, el documento JP 09-59921 A) o entre el cable y un tubo fijado a la estructura suspendida y que contiene la parte inferior del cable (véanse, por ejemplo, los documentos FR 2 859 260 A1 o JP 06-58370 A).

25 Un llamado dispositivo de amortiguación de péndulo comprende un brazo oscilante conectado al cable, cuyas oscilaciones se amortiguan por fricción viscosa. El documento FR 2 664 920 A1 describe un ejemplo de dicho dispositivo de péndulo.

30 En una realización del dispositivo de amortiguación de péndulo, que se muestra en la Figura 1, el brazo 10 oscila alrededor de un pivote 11 instalado sobre un soporte 12 que gira sobre un bastidor 13 fijado al tablero 14 del puente. Dos pistones hidráulicos 15 dispuestos en X se montan entre la parte inferior del brazo 10 y el bastidor 13 o el tablero 14. Los movimientos verticales del tirante 16, sostenidos en un acoplador 17 en la parte superior del brazo 10, son amortiguados por los pistones 15 cuando el brazo 10 se mueve hacia arriba y hacia abajo, siendo admitidos los movimientos verticales del pivote 11 por la inclinación del soporte 12. Los movimientos horizontales del tirante 16 hacen oscilar el brazo 10 alrededor del pivote 11 y son amortiguados de manera diferenciada por los pistones cruzados 15.

40 El dispositivo de péndulo proporciona una gran amortiguación en los cables, especialmente en los cables largos. Por lo general, se sitúa en la parte inferior del cable, aproximadamente al 2-3 % de su longitud total desde el anclaje inferior. El diseño de este dispositivo permite amortiguar los movimientos tanto verticales como transversales del cable, en grandes carreras, normalmente del orden de ± 100 a ± 150 mm.

45 Pero las desviaciones de los cables a veces son incluso mayores, especialmente cuando la estructura es flexible. Se requieren carreras incluso más grandes, por ejemplo, de hasta ± 700 mm.

50 El concepto del dispositivo de péndulo tiene, por tanto, sus límites: puesto que los cilindros tienen carreras muy largas, el dispositivo se vuelve demasiado voluminoso, tal como se muestra en la Figura 1. Un pistón amortiguador generalmente tiene una longitud de tres veces su carrera, por lo que es posible que se necesiten pistones de más de 2 metros de longitud. El posicionamiento de un dispositivo de péndulo tan voluminoso sobre un puente resulta casi imposible.

Objeto de la invención

55 Un objeto de la presente invención es perfeccionar el dispositivo de péndulo y facilitar su inserción en la estructura, en particular si las amplitudes de las vibraciones que se han de amortiguar son importantes.

Se propone un dispositivo de amortiguación de vibraciones de un cable, en particular un tirante de puente, que comprende:

- 60
- un brazo oscilante alrededor de un pivote;
 - un primer amortiguador para amortiguar al menos algunas de las oscilaciones del brazo;

65

 - un acoplador unido al cable;

- un segundo amortiguador de carrera lineal con un extremo superior vinculado al acoplador y un extremo inferior vinculado al brazo; y
- una guía para hacer correr el acoplador con respecto al brazo en paralelo a la carrera del segundo amortiguador, de modo que los movimientos del cable transversales a la carrera del segundo amortiguador se comuniquen al brazo de manera independiente del segundo amortiguador.

La guía forma un tipo de deslizamiento que realiza un desacoplamiento entre los movimientos del cable perpendiculares al brazo, que son amortiguados por el primer amortiguador, y los movimientos paralelos al brazo, que son amortiguados por el segundo amortiguador. El segundo amortiguador puede tener una carrera relativamente larga sin afectar en gran medida a las dimensiones generales del dispositivo y a su estética. La guía impide que se someta a momentos de flexión perjudiciales para su funcionamiento.

En una realización del dispositivo, el primer amortiguador comprende al menos un pistón dispuesto de manera transversal al brazo y conectado al brazo por debajo del pivote. El pistón puede colocarse debajo de una cara superior de la estructura suspendida por medio del cable, especialmente en el caso de que el pivote se posicione con relación al brazo, de modo que la distancia entre el pivote y el punto de unión del acoplador al cable sea mayor que el brazo de palanca, con relación al pivote, de la fuerza ejercida por el pistón sobre el brazo. La diferencia del brazo de palanca, con relación al pivote, entre las fuerzas transversales aplicadas por el cable vibratorio y la resistencia opuesta por el pistón del primer amortiguador permite que este pistón tenga una carrera reducida. Por lo tanto, puede ser de tamaño limitado y estar alojado en una cavidad provista en la estructura suspendida. De manera ventajosa, el efecto de palanca se incrementa al disponerse que la distancia entre el pivote y el punto de unión del acoplador sea al menos tres veces mayor que el brazo de palanca, con relación al pivote, de la fuerza ejercida por el pistón sobre el brazo.

El pivote, cuando se coloca en el espesor de la estructura suspendida utilizando el cable, puede hacerse invisible para las personas que se desplazan sobre esta estructura. Proporciona de manera ventajosa una articulación de rótula o de cardán, que permite que el dispositivo admita movimientos del acoplador paralelos al eje del cable, debido, por ejemplo, a la expansión térmica del mismo. Se puede prever que el pivote esté sustancialmente fijo con respecto a una estructura suspendida por medio del cable.

Otro aspecto de la presente invención se refiere a un puente atirantado, que comprende al menos un pilón, un tablero, tirantes formados por cables que se extienden de manera oblicua entre el pilón y el tablero para suspender el tablero y, montado entre al menos un cable y el tablero, un dispositivo de amortiguación tal como se definió anteriormente.

Descripción de las figuras

Otras características y ventajas de la presente invención resultarán de la siguiente descripción de una realización no limitativa, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- La Figura 1 es un diagrama de un dispositivo de amortiguación de péndulo conocido previamente;
- La Figura 2 es una vista esquemática de perfil de un puente atirantado;
- La Figura 3 es un diagrama que ilustra la cinemática de un dispositivo de amortiguación a modo de ejemplo de acuerdo con la invención;
- La Figura 4 es una vista lateral de la parte inferior de un tirante equipado con un dispositivo de amortiguación de acuerdo con una realización de la invención;
- La Figura 5 es una vista en sección del dispositivo de amortiguación de la Figura 4 a lo largo del plano V-V que se muestra en la Figura 4; y
- Las Figuras 6 a 8 son diagramas que ilustran posibles variantes del dispositivo de amortiguación.

Descripción detallada de la invención

La invención se describe a continuación en su aplicación no limitativa a puentes atirantados. Los cables cuyas vibraciones se deben amortiguar son entonces los tirantes 16 que se extienden entre un pilón 20 del puente y su tablero 14 para suspender el tablero 14.

Uno o más de los tirantes 16 están equipados con un dispositivo de amortiguación 22 que comprende un brazo que se extiende de manera transversal al tirante 16 entre un punto de unión P situado en la proximidad de su anclaje inferior (por ejemplo, un pequeño % de la longitud total del tirante) y el tablero 14. En general, el brazo del dispositivo de amortiguación 22 está situado sustancialmente en el mismo plano vertical que el tirante 16 al que está conectado.

Sin embargo, es posible que el brazo se desvíe ligeramente de este plano.

La Figura 3 muestra esquemáticamente la cinemática de un dispositivo de amortiguación 22 como el que se muestra en la Figura 2. El brazo 25 del dispositivo 22 está orientado en una dirección indicada con una X y articulado sobre el tablero del puente por medio de un pivote 26, por ejemplo, de rótula. Por lo tanto, puede oscilar alrededor del pivote 26 y su movimiento de oscilación (flechas F en la Figura 3) se amortigua por medio de un primer amortiguador 30.

En el ejemplo que se muestra en la Figura 3, el primer amortiguador 30 es un pistón hidráulico que tiene un primer extremo conectado a un punto fijo del tablero 14 y un segundo extremo conectado al brazo 25 en un punto Q próximo a su extremo inferior. El primer amortiguador 30 se extiende sustancialmente de manera perpendicular al brazo 25. Son posibles otras disposiciones para el primer oscilador 30: se pueden proporcionar varios pistones hidráulicos, o el pistón hidráulico (o uno de ellos) puede situarse encima del pivote 26, o se puede obtener el efecto de amortiguación al agitar un medio viscoso en el que se inserta el extremo inferior del brazo 25 (de manera similar al que se describe en el documento FR 2 664 920 A1), etc. Cuando el primer amortiguador 30 es de tipo lineal, es preferible que sus conexiones al brazo 25 y al punto fijo del tablero 14 sean conexiones articuladas, por ejemplo, de rótula. Por lo tanto, el amortiguador lineal 30 no se somete a momentos de flexión indeseables cuando la dirección X oscila alrededor del pivote 26 debido a los movimientos transversales o axiales del tirante 16. La disposición del amortiguador lineal 30 no es necesariamente horizontal. Además, su punto de articulación Q al brazo 25 puede pertenecer a una extensión del brazo 25 que forma un codo con el mismo.

Entre el brazo 25 y el acoplador 27 montado sobre el tirante 16 en un punto de unión P, se instala una guía deslizante 28 para asegurar que el acoplador 27 permanezca alineado con el brazo 25. Un segundo amortiguador 31 de carrera lineal, tal como un pistón hidráulico, se monta entre el acoplador 27 y el brazo 25. Este amortiguador 31 amortigua los movimientos del punto de unión P del tirante 16 paralelos al brazo 25.

En la configuración que se muestra en la Figura 2, los brazos de los dispositivos de amortiguación 22 están orientados de manera perpendicular a los respectivos tirantes 16 cuyos movimientos amortiguan. Esto proporciona la máxima eficiencia del dispositivo de amortiguación. Sin embargo, son posibles otras disposiciones, por ejemplo, con los brazos 25 colocados en posición vertical (por lo tanto, en un ángulo no recto con relación a sus respectivos tirantes). Para amortiguar las vibraciones de un tirante 16, el dispositivo 22 también puede tener dos brazos dispuestos a cada lado del plano vertical que contiene el tirante 16.

La guía 28 impide que se comuniquen al pistón 31 las fuerzas de flexión indeseables resultantes de los movimientos del tirante 16 perpendiculares al brazo 25. Permite un desacoplamiento entre la amortiguación de los movimientos paralelos al brazo, que proporciona el amortiguador 31, y la amortiguación de los movimientos perpendiculares al brazo, que proporciona el amortiguador 30. Los dos amortiguadores 30, 31 pueden entonces diseñarse y optimizarse de manera independiente para obtener los efectos de amortiguación deseados.

Las Figuras 4 y 5 muestran el tablero 14 de un puente sostenido por una suspensión con tirantes y la zona de anclaje de uno de los tirantes 16 sobre el tablero 14. Cada tirante es un cable que generalmente consta de un haz de hilos metálicos, opcionalmente de tipo revestido con cera o con revestimiento engrasado. El dispositivo de anclaje 35 se monta, por ejemplo, en la parte inferior del tablero 14, donde se apoya sobre una superficie 36 perpendicular a la trayectoria del tirante 16. El tirante 16 emerge del tablero 14 en un tubo guía 37 que protege su parte inferior.

El punto de unión P del dispositivo de amortiguación 22 se sitúa más adelante del tubo guía 37. En este punto P, se aprieta un collar 40 alrededor del haz de hilos metálicos que constituyen el tirante 16 para fijarlo al acoplador 27.

En la realización a modo de ejemplo de las Figuras 4 y 5, la guía de deslizamiento 28 se implementa en forma de sección metálica hueca en la que se aloja el pistón 31. En este ejemplo, una varilla roscada 41 y tuercas 42 aseguran la fijación de los extremos superiores del pistón 31 y de la guía 28 sobre el acoplador 27. Esta fijación puede ser articulada, por ejemplo, con una rótula. Otra conexión 43, por ejemplo, un tornillo o un pasador, conecta el extremo inferior del pistón 31 al extremo superior del brazo 25. Esta otra conexión puede ser articulada de la misma manera que la fijación superior.

El brazo 25 del dispositivo de amortiguación sale de la guía 28 en su extremo inferior. La guía 28 tiene, con relación al brazo 25, un movimiento telescópico amortiguado por el pistón 31 y no comunica los momentos de flexión al pistón 31. Se disponen patines o cojinetes de deslizamiento 45 entre el brazo 25 y la cara interior de la guía 28 para guiar el movimiento telescópico y minimizar el coeficiente de fricción entre estas dos partes, a fin de no perturbar el funcionamiento del dispositivo de amortiguación 22. Estos patines o cojinetes 45, fijados sobre el brazo 25 o en el interior de la guía 28 se fabrican, por ejemplo, de politetrafluoroetileno (PTFE) o polietileno de peso molecular ultra alto (UHMWPE, "Ultra High Molecular Weight PolyEthylene").

Debe observarse que el segundo amortiguador 31 y la guía de deslizamiento 28 pueden tener una variedad de disposiciones.

Por ejemplo, en lugar de tener un pistón hidráulico 31 en la posición central rodeado por la guía 28 como en las

Figuras 4 y 5, la guía del movimiento telescópico con respecto al brazo 25 puede ser proporcionada por una guía central con un segundo amortiguador 31 de carrera lineal que comprende uno o más pistones paralelos en posición excéntrica, conectados a placas fijadas al acoplador 27 y al brazo 25 respectivamente.

5 En el caso de las Figuras 4 y 5, el contacto deslizante (patines 45) mediante el cual la guía 28 permite que el acoplador 27 corra con respecto al brazo 25 se sitúa debajo del extremo inferior del amortiguador lineal 31. Como alternativa, este contacto deslizante puede estar situado encima del amortiguador lineal 31. Por ejemplo, el acoplador 27 puede montarse corredero a lo largo de carriles paralelos al eje X y vinculados rígidamente al brazo 25 oscilante alrededor del pivote 26.

10 Tal realización se ilustra esquemáticamente en la Figura 6. En este ejemplo, el brazo 25 tiene la forma de una sección hueca en la que se aloja el pistón amortiguador 31. Este último está conectado, preferiblemente de manera articulada, entre el acoplador 27 fijado al tirante 16 y un punto 62 fijo con relación al brazo 25 y situado hacia la parte inferior del mismo. El brazo 25 se extiende en su extremo superior por un marco 60 que rodea el tirante 16 y el collar 27. Este marco 60 sirve de guía en este caso. Sus flancos presentan dos superficies deslizantes 61 dirigidas hacia dentro que cooperan con el acoplador 27 para guiarlo en su corrimiento con respecto al brazo 25. Las superficies deslizantes 61 forman dos carriles paralelos a la dirección X del brazo 25 y están revestidos de un material de baja fricción para facilitar el corrimiento del acoplador 27. Dicha realización permite usar un pistón 31 de carrera relativamente larga.

20 En el ejemplo ilustrado en la Figura 6, el brazo 25 presenta, debajo del pivote 26, una extensión acodada 63 cuyo extremo se conecta de manera articulada al primer pistón amortiguador 30 en el punto Q. Tal extensión acodada permite considerar diferentes posibles posicionamientos del amortiguador 30 en función de las limitaciones de espacio cerca de los bordes del tablero 14.

25 La realización ilustrada en las Figuras 4 y 5 es ventajosa desde el punto de vista estético, ya que solo el brazo oscilante 25 emerge de la cara superior del tablero 14 hasta penetrar en la guía 28. El pivote 26 se sitúa en el espesor del tablero 14, así como el pistón del primer amortiguador 30 que se coloca en la parte inferior del tablero 14. La parte inferior del brazo oscilante 15 puede moverse en un receso 48 de forma apropiada dispuesto en el lado inferior del tablero 14. Se obtienen ventajas similares con una realización del tipo de la Figura 6.

30 El pivote 26 se posiciona a lo largo del brazo 25 a fin de obtener un efecto de palanca para la acción del primer amortiguador 30, permitiendo que este último tenga una configuración compacta. Para ello, la distancia D entre el pivote y el punto de unión P del acoplador 27 es mayor que el brazo de palanca del pistón 30, que es igual a la distancia d entre el pivote y el punto de conexión Q del pistón 30 al brazo 25 en la configuración particular mostrada esquemáticamente en la Figura 5 (o aproximadamente igual a la longitud de la extensión acodada 63 en la configuración particular mostrada esquemáticamente en la Figura 6). Lógicamente, la distancia indicada anteriormente con una D es variable en función de la extensión del pistón 31. Cuando se indica que $D \geq d$, debe entenderse que D siempre es mayor que d, incluso cuando el pistón 31 tiene su longitud mínima. Para aumentar el efecto de palanca, el brazo 25 se dispone preferiblemente de manera que se garantice que $D \geq 3d$.

40 El hecho de que el pivote 26 sea una articulación de rótula permite que el dispositivo 22 admita movimientos del punto de unión P del tirante en una dirección perpendicular al brazo 25 en el plano que contiene el tirante 16 y el brazo 25. Estos movimientos pueden deberse a las vibraciones del tirante si el brazo 25 no es estrictamente perpendicular al mismo, o a su extensión debido a la expansión térmica.

45 Una variante consiste en implementar el pivote 26 por medio de una articulación de tipo cardán entre el tablero 14 y el brazo 15, es decir, con dos ejes de articulación mutuamente perpendiculares. Dicha variante se ilustra muy esquemáticamente en la Figura 7. Uno de los dos ejes proporciona el propio pivote 26, quedando fijo con respecto al tablero 14 y sustancialmente paralelo al plano vertical que contiene el tirante 16, de modo que las oscilaciones del brazo 25 que permite son comunicadas al primer pistón 30 para que las amortigüe. El segundo eje 71 de la articulación de cardán se fija con respecto al brazo 25 y es sustancialmente perpendicular al plano vertical que contiene el tirante 16, de modo que las oscilaciones del brazo 25 que permite se absorben sin ser comunicadas al primer pistón 30. El brazo 25 presenta entonces una parte inferior 70 que se articula alrededor del eje 71 y que a su vez se articula con respecto al tablero 14 alrededor del eje perpendicular 26. El punto Q de conexión del primer amortiguador 30 se sitúa en el extremo inferior de la parte inferior 70 del brazo 25.

50 Otra posible disposición del primer amortiguador 30 se muestra esquemáticamente en la Figura 8. En este ejemplo, el primer amortiguador 30 se vincula al brazo 25 en el tablero 14 debajo del pivote 26 por medio de dos bielas 80, 81. La biela 80 tiene un extremo articulado en el pie del brazo 25 y otro extremo articulado en un primer extremo de la biela 81. El segundo extremo de la biela 81 tiene la conexión articulada con el primer amortiguador 30. Además, la biela 81 tiene una articulación adicional con respecto a un punto fijo del tablero 14 en una posición intermedia entre sus extremos primero y segundo. En el ejemplo que se muestra en la Figura 8, la biela 80 se extiende de manera perpendicular al brazo 25 cuando este último está en reposo, mientras que la biela 81 se extiende de manera sustancialmente paralela al brazo 25. Las bielas 80, 81 forman un mecanismo de reducción de la fuerza de amortiguación cuando sea necesario. Cabe señalar que se pueden proponer configuraciones muy variadas para

actuar sobre los relativos brazos de palanca de las fuerzas ejercidas de manera transversal sobre el brazo 25 por el tirante 16 sometido a sus esfuerzos dinámicos, por un lado, y por el pistón amortiguador 30, por el otro.

5 Las realizaciones descritas y mencionadas anteriormente son ilustraciones de la presente invención. Se pueden realizar varias modificaciones sin apartarse del alcance de la invención según lo establecido en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de amortiguación de vibraciones de un cable, comprendiendo el dispositivo (22):

- 5 - un brazo (25) oscilante alrededor de un pivote (26);
- un primer amortiguador (30) para amortiguar al menos algunas de las oscilaciones del brazo; y
- un acoplador (27) unido al cable (16),

y estando **caracterizado por**:

- 10 - un segundo amortiguador (31) de carrera lineal con un extremo superior vinculado al acoplador y un extremo inferior vinculado al brazo; y
- una guía (28, 60) para hacer correr el acoplador con respecto al brazo en paralelo a la carrera del segundo amortiguador, de modo que los movimientos del cable transversales a la carrera del segundo amortiguador se comuniquen al brazo de manera independiente del segundo amortiguador.

2. Dispositivo de amortiguación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el primer amortiguador comprende al menos un pistón (30) dispuesto de manera transversal al brazo (25).

20 3. Dispositivo de amortiguación de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicho pistón (30) se conecta al brazo (25) por debajo del pivote (26).

4. Dispositivo de amortiguación de acuerdo con la reivindicación 2 o la reivindicación 3, en el que dicho pistón (30) se coloca debajo de una cara superior de una estructura (14) suspendida por medio del cable (16).

25 5. Dispositivo de amortiguación de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el pivote (26) se posiciona con relación al brazo (25) de modo que la distancia (D) entre el pivote y el punto de unión (P) del acoplador (27) al cable (16) sea mayor que el brazo de palanca, con relación al pivote, de la fuerza ejercida por el pistón (30) sobre el brazo y preferiblemente al menos tres veces mayor que dicho brazo de palanca.

30 6. Dispositivo de amortiguación de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que el pivote (26) se coloca en el espesor de una estructura (14) suspendida por medio del cable (16).

35 7. Dispositivo de amortiguación de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que el pivote (26) proporciona una articulación de rótula o de cardán.

8. Dispositivo de amortiguación de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que el pivote (26) está sustancialmente fijo con respecto a una estructura (14) suspendida por medio del cable (16).

40 9. Dispositivo de amortiguación de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, que comprende patines de deslizamiento (45) entre el brazo (25) y la guía (28).

45 10. Dispositivo de amortiguación de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que la guía (28) permite que el acoplador (27) corra con respecto al brazo (25) por al menos un contacto deslizante (45) situado debajo de un extremo inferior del segundo amortiguador (31).

50 11. Dispositivo de amortiguación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la guía (60) permite que el acoplador (27) corra con respecto al brazo (25) por al menos un contacto deslizante (61) situado encima del segundo amortiguador (31).

12. Dispositivo de amortiguación de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el brazo (25) es hueco y el segundo amortiguador (31) de carrera lineal se aloja en el brazo mientras se conecta entre el acoplador (27) y un punto (62) fijo con respecto al brazo.

55 13. Dispositivo de amortiguación de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que el primer amortiguador (30) se vincula al brazo (25) por medio de un mecanismo (80, 81) de reducción de fuerza.

60 14. Puente atirantado, que comprende al menos un pilón (20), un tablero (14), tirantes (16) formados por cables que se extienden de manera oblicua entre el pilón y el tablero para suspender el tablero y al menos un dispositivo de amortiguación (22) de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, montado entre un cable y el tablero.

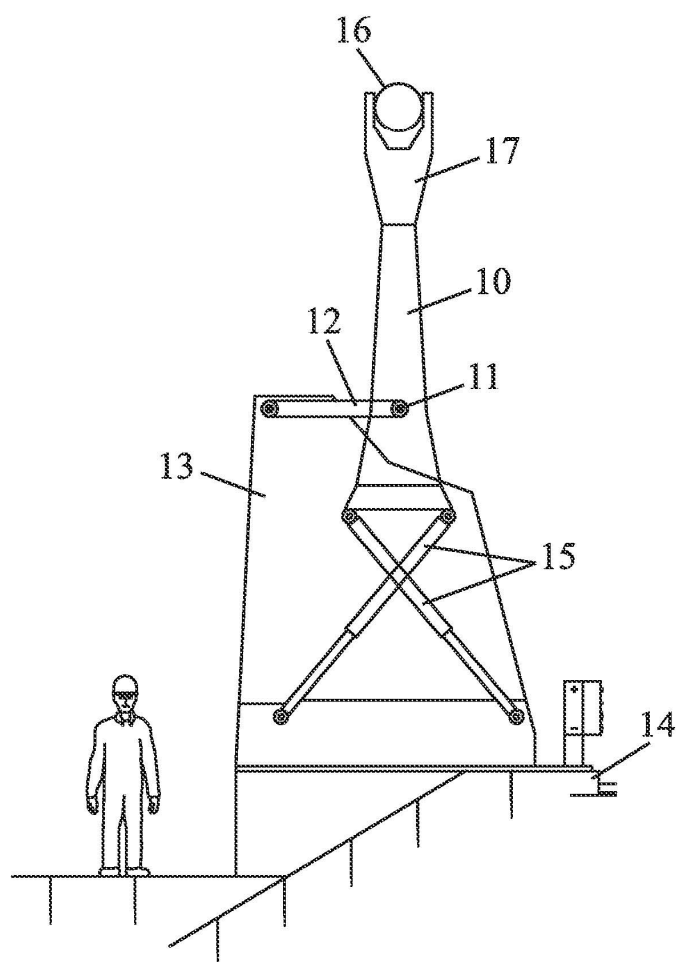
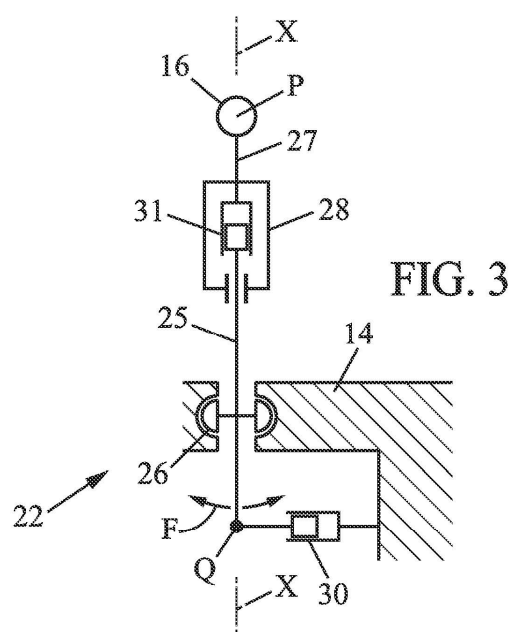
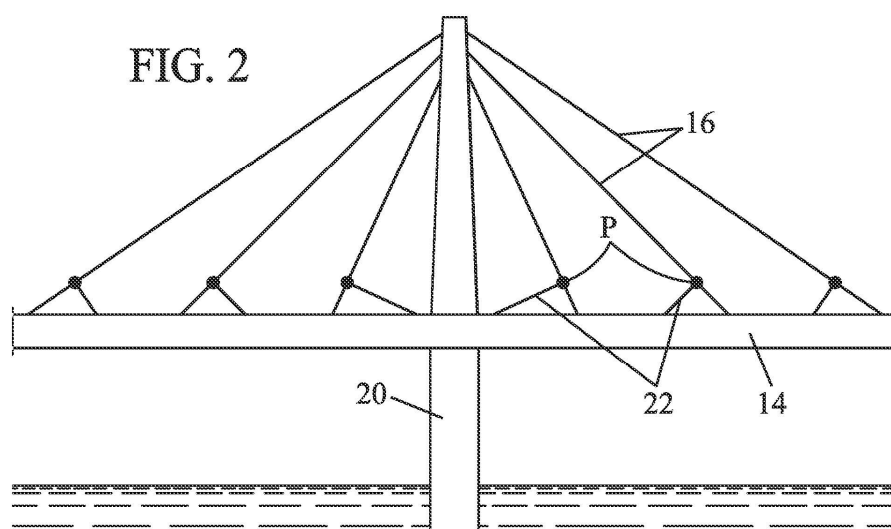
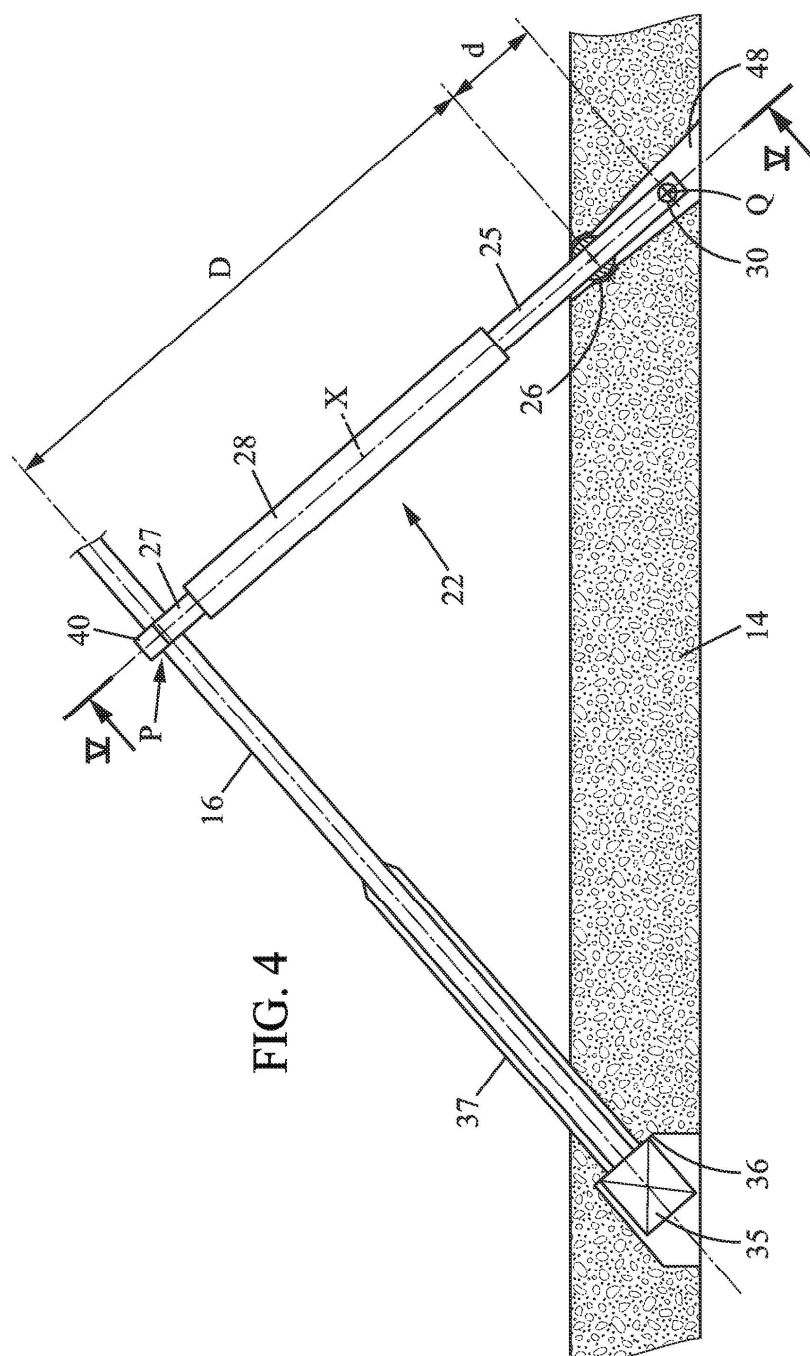
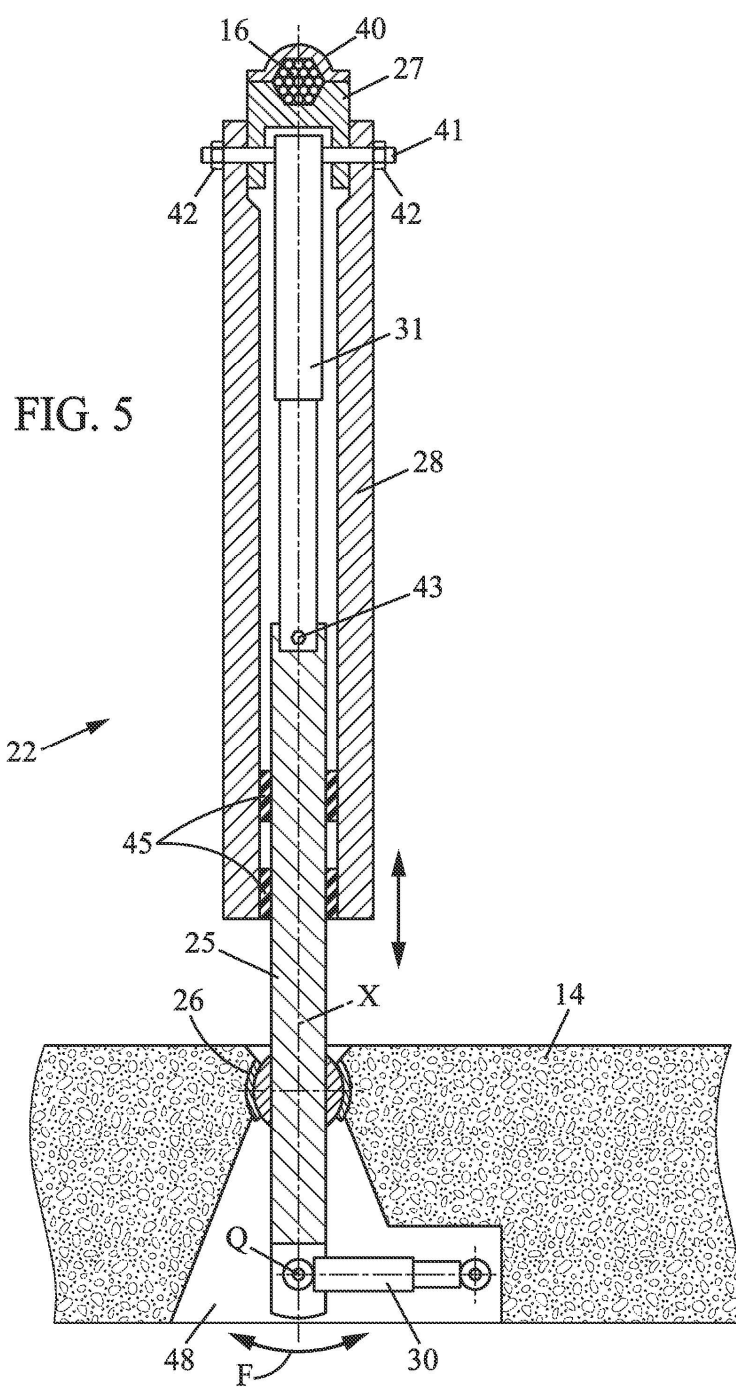


FIG. 1







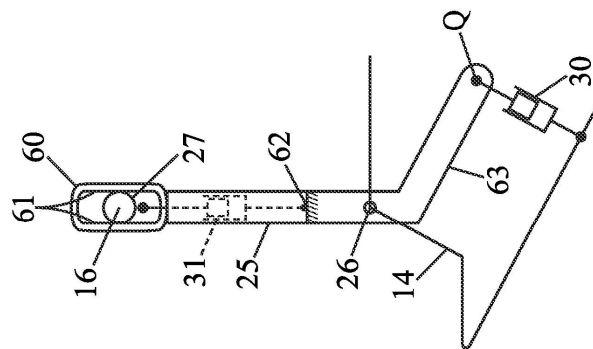


FIG. 6

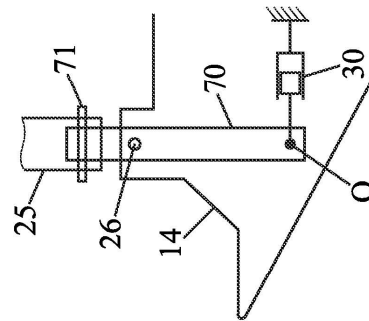


FIG. 7

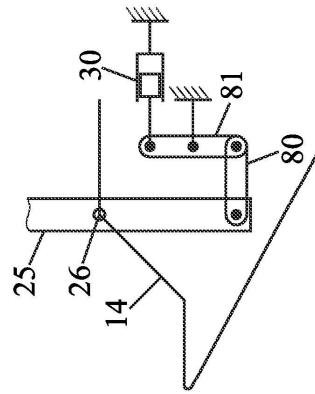


FIG. 8