

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 920 158**

21 Número de solicitud: 202230161

51 Int. Cl.:

E04H 9/02 (2006.01)

E04B 1/98 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

01.03.2022

43 Fecha de publicación de la solicitud:

01.08.2022

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

28.10.2022

Fecha de concesión:

10.02.2023

45 Fecha de publicación de la concesión:

17.02.2023

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
(100.0%)
C/ Ramiro de Maeztu, 7
28040 Madrid (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**BENAVENT CLIMENT, Amadeo;
ESCOLANO MARGARIT, David;
ARCOS ESPADA, Julio y
PONCE PARRA, Hermes**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

54 Título: **Disipador de energía híbrido multifase para la protección de estructuras frente a vibraciones por sismo y viento**

57 Resumen:

Disipador de energía híbrido multifase para la protección de estructuras frente a vibraciones por sismo y viento que comprende:

- dos elementos tubulares (1, 2) telescópicos donde uno comprende dos perforaciones (3) alineadas y separadas por una porción (4) del elemento tubular (1, 2),
- una lámina de material viscoelástico (11) localizada entre las dos estructuras tubulares (1, 2),
- al menos un elemento rigidizador (6) unido a la porción (4) del elemento tubular (1, 2) localizada entre las perforaciones (3),
- al menos sendos elementos de tope (7), localizados a continuación de cada extremo longitudinal (6.1) del elemento rigidizador (6) localizado a una distancia (δ_{g1} , δ_{g2}) del elemento rigidizador (6),
- sendos elementos de bloqueo (8) configurados para quedar localizados entre el elemento rigidizador (6) y el elemento de tope (7) cuando el desplazamiento relativo es mayor que al menos una de las distancias (δ_{g1} , δ_{g2}).

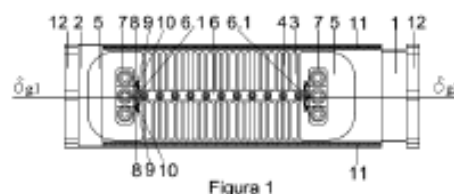


Figura 1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 920 158 B2

DESCRIPCIÓN

Disipador de energía híbrido multifase para la protección de estructuras frente a vibraciones por sismo y viento

5 Sector técnico

Esta invención se encuadra en el campo de los dispositivos disipadores de energía para el control pasivo de las vibraciones en estructuras y en equipos industriales en general, provocadas por cualquier acción como, por ejemplo, terremotos o viento. Ello incluye, sin limitarse, a las vibraciones que se transmiten entre partes de un edificio o un puente o
10 equipos industriales o entre edificios o equipos industriales y el suelo.

Antecedentes de la invención

Los dispositivos disipadores de energía se emplean para el control pasivo de vibraciones provocadas por terremotos o viento. Se pueden clasificar en dos tipos: los dependientes del desplazamiento y los dependientes de la velocidad.

15 Entre los dispositivos dependientes del desplazamiento están los denominados disipadores metálicos que absorben energía haciendo plastificar un elemento metálico bajo diferentes tipos de sollicitaciones (axiles, momentos flectores, cortantes etc). La geometría del elemento metálico que plastifica puede ser muy variada, y entre la amplia tipología existente están las chapas con perforaciones longitudinales sometidas a deformaciones impuestas en
20 su propio plano. Un ejemplo es la patente japonesa JP2000017849. Estos disipadores son capaces de absorber las cantidades muy elevadas de energía que introducen los terremotos severos. Uno de sus inconvenientes es que no disipan energía hasta que la deformación impuesta no rebasa la deformación de fluencia del elemento metálico y por ello no son eficaces para controlar las vibraciones de la estructura cuando los desplazamientos son
25 pequeños, como los provocados por terremotos moderados o viento.

Entre los disipadores de energía dependientes de la velocidad están los denominados disipadores viscoelásticos que absorben energía haciendo deformar un elemento fabricado con un material sólido viscoelástico como, por ejemplo, la goma con alto nivel de amortiguamiento. Un ejemplo es la patente CN113216418. Este tipo de disipadores se
30 activan con desplazamientos muy pequeños y son por ello muy eficientes para controlar las vibraciones de la estructura bajo terremotos moderados o viento. Tienen el inconveniente de que su capacidad disipación de energía es relativamente pequeña, e inferior a las elevadas demandas de absorción de energía que imponen los terremotos severos.

Con el objetivo de controlar las vibraciones provocadas tanto por viento o terremotos moderados como por terremotos severos, se han desarrollado disipadores de energía híbridos que combinan elementos metálicos y elementos viscoelásticos. Estos dos tipos de elementos se pueden conectar en serie o en paralelo e integrarse en un único dispositivo

5 disipador de energía de tipo híbrido. Un ejemplo de conexión en serie es la patente japonesa JP2005133444. Un ejemplo de conexión en paralelo es la patente KR100952404B1. En ambas formas de conexión, con desplazamientos pequeños provocados por viento o terremotos moderados el elemento metálico se deforma (aunque sea dentro del rango elástico) y ello provoca daño por fatiga de alto ciclaje en el mismo. Una forma de evitar la

10 fatiga de alto ciclaje en el elemento disipador metálico provocada por el viento o terremotos moderados consiste en dejar una holgura de una determinada longitud δ_g de forma que cuando los desplazamientos de la estructura entre los puntos que conecta el disipador es menor a δ_g , el elemento metálico no deforma (y por lo tanto no se daña) y sólo absorbe energía el elemento viscoelástico. Esta solución tiene el inconveniente de que bajo un

15 terremoto severo que provoque desplazamientos superiores a δ_g la presencia de la holgura reduce la cantidad de energía histerética absorbida por el elemento metálico en cada ciclo y ello merma su eficiencia.

Descripción de la invención

La presente invención consiste en un disipador de energía híbrido multifase que es efectivo

20 para controlar las vibraciones de estructuras y equipos industriales tanto frente a terremotos severos como frente a terremotos moderados o cargas de viento.

El disipador de energía híbrido multifase objeto de la invención comprende:

- Al menos dos elementos tubulares dispuestos telescópicamente, donde al menos uno de los elementos tubulares comprende al menos dos perforaciones situadas

25 entre sí alineadas según la dirección longitudinal del elemento tubular y separadas según dicha dirección longitudinal por una porción del elemento tubular.

- Al menos una lámina de material viscoelástico localizada entre los dos elementos tubulares en dirección transversal de modo que la lámina de material viscoelástico está configurada para deformarse según un esfuerzo cortante cuando el disipador se

30 somete a desplazamientos según su dirección longitudinal. Los desplazamientos se pueden producir en cualquiera de los dos sentidos de la dirección longitudinal.

- Al menos un elemento rigidizador unido a la porción del elemento tubular localizada entre las perforaciones, donde el elemento rigidizador comprende sendos extremos longitudinales.
 - Al menos sendos elementos de tope, localizados a continuación de cada extremo longitudinal del elemento rigidizador en dirección longitudinal, donde cada elemento de tope está localizado a una distancia (δ_{g1} , δ_{g2}) según la dirección longitudinal respecto de cada extremo longitudinal del elemento rigidizador, los elementos de tope estando unidos al elemento tubular distinto del unido al elemento rigidizador.
 - Sendos elementos de bloqueo configurados para localizarse entre cada extremo longitudinal del elemento rigidizador y el elemento de tope adyacente cuando el desplazamiento relativo entre el elemento tubular unido al elemento rigidizador y el elemento tubular unido a los elementos de tope es mayor que al menos una de las distancias (δ_{g1} , δ_{g2}) entre cada extremo longitudinal del elemento rigidizador y el elemento de tope adyacente. Las distancias (δ_{g1} , δ_{g2}) entre cada extremo longitudinal del elemento rigidizador y el elemento de tope adyacente pueden ser iguales entre sí o distintas. Por lo tanto, cada elemento tubular (1, 2) puede desplazarse respecto al otro elemento tubular (1, 2) una distancia δ_{g1} en un sentido y una distancia δ_{g2} en el sentido opuesto hasta que uno de los extremos del elemento rigidizador contacta con el elemento de tope correspondiente.
- De acuerdo con la invención, dicho disipador de energía híbrido comprende al menos dos elementos tubulares, por ejemplo, dos tubos metálicos dispuestos de forma telescópica. En al menos una chapa metálica que forma la pared del elemento tubular existen perforaciones que dejan al menos una franja o porción metálica longitudinal entre las perforaciones. En un ejemplo de realización las perforaciones pueden tener igual forma y tamaño. La porción localizada entre dichas perforaciones puede comprender un extremo de cada una de estas franjas o porciones metálicas longitudinales unido a un elemento, por ejemplo, metálico rigidizador que puede moverse, sin entrar en contacto con ellas, sobre las paredes de al menos uno de los otros elementos tubulares a la que se le han fijado elementos, por ejemplo, metálicos de tope a cada lado del elemento metálico rigidizador, alineados con el mismo y separados unas distancias de amplitud δ_{g1} , δ_{g2} . La fijación de los elementos metálicos de tope al elemento tubular se puede realizar mediante una chapa metálica perforada interior colocada dentro del elemento tubular y varios tornillos que la atraviesan. La función de estos elementos metálicos de tope es provocar la deformación de las franjas metálicas longitudinales cuando el desplazamiento relativo entre dos elementos tubulares

dispuestos de forma telescópica es mayor que al menos una de las distancias (δ_{g1} , δ_{g2}) La función de la distancia u holgura de dimensión δ es evitar que las franjas metálicas longitudinales deformen cuando el desplazamiento relativo entre el elemento tubular que tiene fijado el elemento metálico rigidizador y el elemento tubular que tiene fijados los elementos metálicos de tope alineados con dicho elemento metálico rigidizador, es menor que δ . De esa manera se evitan problemas de fatiga de alto ciclaje en las franjas metálicas longitudinales provocadas por desplazamientos pequeños asociados a terremotos moderados o por viento. En cada una de las zonas donde se ha dejado una holgura o distancia de anchura δ entre elemento metálico rigidizador y elemento metálico de tope se coloca un mecanismo de bloqueo, por ejemplo, accionado por muelles, que cierra la holgura de anchura δ cuando el desplazamiento relativo entre el elemento tubular que tiene fijado el elemento metálico rigidizador y el elemento tubular que tiene fijados los elementos metálicos de tope alineados con dicho elemento metálico rigidizador, es mayor que δ_{g1} o δ_{g2} en función del sentido del desplazamiento. La función de este mecanismo de bloqueo es que la primera vez que se supere el desplazamiento relativo δ debido a un terremoto severo, se elimine la holgura de anchura δ para de esa manera aumentar la cantidad de energía disipada en cada ciclo de desplazamiento por las franjas o porciones metálicas longitudinales.

En un ejemplo de realización, entre las caras que no se han perforado de al menos un elemento tubular y las caras contiguas que no se han perforado de otro elemento tubular dispuesto de forma telescópica, se coloca al menos una lámina de material viscoelástico.

Mientras los desplazamientos relativos entre el elemento tubular que tiene fijado el elemento metálico rigidizador y el elemento tubular que tiene fijados los elementos metálicos de tope alineados con dicho elemento metálico rigidizador es menor que la distancia δ únicamente deforma el material viscoelástico y el nuevo disipador de energía híbrido multifase se considera que trabaja en una fase I. A partir del instante en que el desplazamiento relativo entre el elemento tubular que tiene fijado el elemento metálico rigidizador y el elemento tubular que tiene fijados los elementos metálicos de tope alineados con dicho elemento metálico rigidizador rebasa el valor δ , empiezan a deformar tanto el material viscoelástico como las franjas metálicas longitudinales y el nuevo disipador de energía híbrido multifase se considera que trabaja en una fase II.

Por lo tanto, el disipador tiene naturaleza multifase: con desplazamientos pequeños (por debajo de un valor predeterminado) provocados por terremotos moderados o viento la energía la disipa enteramente el material viscoelástico (fase I). Con desplazamientos

grandes (por encima de un valor predeterminado) provocados por terremotos severos la energía la disipan también las franjas o porciones que quedan entre perforaciones practicadas en las paredes de uno de los elementos tubulares (fase II).

Según lo anteriormente descrito, el disipador objeto de la invención dispone de una distancia
 5 (δ_{g1} , δ_{g2}) entre sus componentes para que en la fase I las franjas de metal no sufran ninguna deformación y de esa manera evitar que se dañen por fenómenos de fatiga de alto ciclaje. El disipador objeto de la invención dispone de un dispositivo de bloqueo que cierra la distancia entre componentes del mismo para que a partir del instante en que se rebasa por primera vez el valor predeterminado de desplazamientos, las franjas de metal deformen y disipen
 10 energía tanto con desplazamientos pequeños como con desplazamientos grandes.

En un ejemplo de realización, el disipador de energía híbrido multifase comprende unas chapas metálicas de cierre que tapan los extremos de los elementos tubulares exterior e interior, y unos elementos o chapas de conexión que conectan con la estructura resistente primaria o equipo industrial.

15 El control de la energía disipada mediante deformaciones plásticas por las franjas o porciones metálicas longitudinales se ejerce modificando el número de perforaciones en las caras del elemento tubular, la geometría de las perforaciones, el espesor de la chapa y las propiedades mecánicas del material. El control de la energía disipada mediante deformaciones a cortante en las láminas de material viscoelástico se ejerce modificando el
 20 espesor de dichas láminas y las propiedades mecánicas de las mismas.

El disipador de energía híbrido multifase realizado según se ha descrito permite disipar energía cuando se ve sometido a deformaciones axiales impuestas en la dirección de la directriz de las barras de sección tubular. Cuando las deformaciones axiales son menores que la distancia δ dicha energía es disipada únicamente por el material viscoelástico. A partir
 25 del instante en que las deformaciones axiales en el dispositivo disipador de energía superan el valor δ , la energía es disipada en todo momento tanto por el material viscoelástico como por las franjas o porciones metálicas longitudinales. El disipador de energía híbrido multifase objeto de la invención se puede instalar en una construcción como una simple barra diagonal convencional, ya sea conectando puntos de la estructura resistente primaria o
 30 equipo industrial, o insertada dentro de sistemas tipo diada ("toggle brace") o tipo "tijera" (scissors jack system) que amplifiquen las deformaciones.

La conexión entre los elementos rigidizadores y los elementos tubulares, o entre los elementos metálicos de tope y los elementos tubulares, o entre las chapas metálicas de

cierre y los elementos tubulares podrá llevarse a cabo no sólo mediante uniones atornilladas, sino también mediante soldadura.

El disipador de energía objeto de la invención está, por lo tanto, basado en la deformación de láminas de material viscoelásticos y en la plastificación de metales. El material viscoelástico se dispone en el espacio que queda entre al menos dos elementos tubulares y se hace deformar a cortante. La plastificación se produce en franjas o porciones que quedan entre perforaciones practicadas en las paredes de al menos uno de los elementos tubulares.

El disipador objeto de la invención es económico, fácil de inspeccionar y puede absorber energía tanto con desplazamientos pequeños provocados por terremotos moderados o viento, como con desplazamientos grandes provocados por terremotos severos.

Breve descripción de los dibujos

Junto con la presente descripción se acompañan, con carácter ilustrativo y no limitativo, una serie de figuras donde se muestran distintas realizaciones posibles de la invención.

Figura 1. Muestra un alzado de un ejemplo de realización del disipador de la invención donde se muestran las caras del elemento tubular que tiene perforaciones.

Figura 2. Muestra una sección transversal de un ejemplo de realización del disipador de la invención. Dicha sección está realizada por un plano perpendicular al eje del disipador de la invención que corta a los elementos tubulares, a los elementos metálicos rigidizadores y a las láminas de material viscoelástico. En la figura aparecen también (sin seccionar) los elementos metálicos de tope, la chapa metálica perforada interior, y los mecanismos de bloqueo accionados por muelles.

Figura 3. Muestra un alzado de un ejemplo de realización del disipador de la invención donde se muestran las caras del elemento tubular que no tienen perforaciones.

Figura 4.-Muestra una sección longitudinal de un ejemplo de realización del disipador de la invención. Dicha sección corta las paredes de los elementos tubulares, las chapas perforadas interiores, el mecanismo de bloqueo, las chapas de cierre que tapan los extremos de las barras de sección tubular y los elementos metálicos de rigidización.

Figura 5.-Muestra una vista de detalle en planta de la chapa metálica interior.

Figura 6.-Muestra una vista de detalle en sección de la chapa metálica interior.

Figura 7.-Muestra una vista de detalle en alzado de la chapa metálica interior.

Figura 8.-Muestra una vista de detalle en planta del elemento metálico de tope.

Figura 9.-Muestra una vista de detalle en sección del elemento metálico de tope.

Figura 10.-Muestra una vista de detalle en alzado del elemento metálico de tope.

5 Figura 11. Muestra una vista de detalle en planta del mecanismo de bloqueo.

Figura 12. Muestra una vista de detalle en sección del mecanismo de bloqueo.

Figura 13. Muestra una vista de detalle en alzado del mecanismo de bloqueo.

Figura 14. Muestra un primer modo de colocación del dissipador de la invención dentro de una estructura porticada. El dissipador se dispone alineado con el eje que definen los centros de dos nudos viga-pilar diametralmente opuestos en el polígono que forman las vigas y pilares contiguos.

Figura 15. Muestra un segundo modo de colocación del dissipador de la invención dentro de una estructura porticada. El dissipador está alineado con un eje que une el centro de uno de los nudos viga-pilar con un punto intermedio de la viga.

15 Descripción de un ejemplo de realización

El objeto de esta invención es un dissipador de energía híbrido multifase, de bajo coste, fácil de inspeccionar y de sustituir, que se puede instalar en la estructura primaria de una construcción o equipo industrial como una barra diagonal convencional, que es capaz de disipar energía de forma estable y sin pandear cuando se somete a deformaciones axiales en la dirección del eje del dissipador impuestas por terremotos o viento.

En un ejemplo de realización, el dissipador objeto de la invención, véase la figura 1, está formado por dos elementos tubulares cuadrados, rectangular, circular, ovalu de otro tipo de polígono, fabricados, por ejemplo, en acero, dispuestos de forma telescópica, es decir un elemento de sección tubular (1) interior dentro de un elemento de sección tubular (2) exterior. En un ejemplo de realización, las filas de perforaciones (3) están localizadas en superficies opuestas en dirección transversal del elemento tubular (1, 2). En dos paredes opuestas del elemento tubular (2) exterior se practican varias filas preferiblemente paralelas de perforaciones (3) longitudinales. Entre estas perforaciones (3) longitudinales quedan unas franjas o porciones (4) metálicas longitudinales. El número, la geometría y la separación entre estas porciones (4) metálicas longitudinales es variable y con estos parámetros se controla el volumen de acero que se desea hacer plastificar, la resistencia y

la rigidez axial del dissipador. Al principio y al final de las filas preferentemente paralelas de perforaciones (3) longitudinales se realiza sendas perforaciones extremas (5) de mayor tamaño que están localizadas entre los extremos longitudinales del elemento tubular (1, 2) y las perforaciones (3) según la dirección longitudinal. La perforación extrema (5) de mayor tamaño permite el desplazamiento longitudinal del elemento de tope (7).

Uno de los extremos de cada una de las porciones (4) metálicas longitudinales está unido preferentemente mediante tornillos a un elemento rigidizador (6), por ejemplo, metálico. Ni el elemento rigidizador (6) metálico ni los tornillos que lo unen a las porciones (4) metálicas longitudinales están en contacto con el elemento tubular (1) interior. A cada lado de cada elemento rigidizador (6) metálico existe un elemento de tope (7) metálico separado del extremo longitudinal (6.1) del elemento rigidizador (6) una distancia de dimensión δ . Cada extremo (6.1) puede tener una distancia (δ_{g1} , δ_{g2}) distinta o igual. Los dos elementos metálicos de tope (7) situados en caras opuestas del elemento tubular (1) interior están fijados a las paredes de dicho elemento preferentemente mediante tornillos postesados pasantes que atraviesan los elementos metálicos de tope (7) y una chapa metálica perforada interior que se coloca dentro del elemento tubular (1) interior.

En el espacio que separa cada extremo longitudinal (6.1) del elemento metálico rigidizador (6) y el elemento metálico de tope (7) adyacente existe un mecanismo de bloqueo formado por dos elementos metálicos de bloqueo (8) de anchura (en la dirección del eje longitudinal del dissipador de energía) igual a la suma de las distancias (δ_{g1} , δ_{g2}) que se han dejado en los extremos longitudinales (6.1) del elemento metálico rigidizador (6).

El dissipador mostrado en las figuras comprende:

- una guía (9) dispuesta en sentido transversal al elemento tubular (1, 2) y en conexión con el elemento de bloqueo (8) de modo que dicho elemento de bloqueo (8) es desplazable transversalmente mediante la guía (9), y
- un elemento elástico de empuje (10) en conexión con el elemento de bloqueo (8) y configurado para empujar el elemento de bloqueo (8) cuando la distancia entre uno de los extremos longitudinales (6.1) del elemento rigidizador (6) y el elemento de tope (7) es la suma de las distancias (δ_{g1} , δ_{g2}) entre cada extremo (6.1) del elemento rigidizador (6) y el elemento de tope (7) adyacente.

Más concretamente, dichos elementos metálicos de bloqueo (8) están atravesados por una barra roscada con tuercas en ambos extremos que actúa como guía (9). Entre estas tuercas y los elementos metálicos de bloqueo (8) existe un muelle helicoidal que actúa como

elemento de empuje (10) alrededor de la barra roscada. Cuando el dissipador se somete a desplazamientos impuestos en la dirección de su eje, y mientras los desplazamientos relativos entre el elemento tubular (1) interior y el elemento tubular (2) exterior son menores de la distancia δ , es decir, menor que las distancias δ_{g1} o δ_{g2} , las porciones (4) metálicas longitudinales no sufren ninguna deformación. En el instante en el que la anchura del hueco entre un extremo de un elemento metálico rigidizador (6) y el elemento metálico de tope (7) alineado y contiguo a él, supera un valor igual a la suma de las distancias δ_{g1} y δ_{g2} que se han dejado entre los extremos longitudinales (6.1) del elemento rigidizador (6) y los elementos de tope (7) alineados y contiguos a él en su fabricación, los elementos metálicos de bloqueo (8) se introducen en dicho hueco por la acción de los muelles y obligan a que a partir de ese instante cualquier deformación del dissipador en la dirección de su eje provoque deformaciones en las porciones (4) metálicas longitudinales. Entre las paredes del elemento tubular (2) exterior que no tienen perforaciones (3) y las paredes del elemento tubular (1) interior se colocan láminas de material viscoelástico (11) adheridas a las superficies metálicas. El extremo de cada elemento tubular (1, 2) se une a la estructura primaria de la construcción o al equipamiento industrial como si se tratase de una barra diagonal convencional, preferentemente mediante chapas de cierre (12) preferentemente soldadas o atornilladas. La lámina de material viscoelástico (11) se localiza en secciones longitudinales del elemento tubular (1, 2) en las que no existen perforaciones (3).

Los elementos tubulares (1, 2) dispuestos de forma telescópica están unidos entre sí únicamente a través de las láminas de material viscoelástico (11).

La Figura 2 muestra una sección transversal perpendicular al eje del dissipador. En ella se ven seccionadas el elemento tubular (1) interior, el elemento tubular (2) exterior, las láminas de material viscoelástico (11) y los elementos metálicos rigidizadores (6).

La Figura 3 muestra una vista en alzado de un ejemplo de realización del dissipador paralela al plano de las caras no perforadas del elemento tubular exterior (2).

La Figura 4 muestra una sección longitudinal del ejemplo de realización del dissipador, donde se muestran seccionados el elemento tubular (1) interior, el elemento tubular (2) exterior, los elementos metálicos rigidizadores (6), las chapas metálicas interiores (12) que se colocan en el interior del elemento tubular (1) interior alineadas con cada par de elementos metálicos de tope (7) y que están atravesadas por los tornillos preferentemente postesados. La Figura 4 también muestra seccionadas la barra roscada que atraviesa los elementos metálicos de bloqueo (8) y un elemento protector (13) que evita que los elementos metálicos de bloqueo (8) se muevan en la dirección perpendicular al eje del dissipador.

Las Figuras 5, 6 y 7 muestran la chapa metálica interior (12) situada dentro del elemento tubular (1) interior, vista en planta, sección y alzado, respectivamente.

Las Figuras 8, 9 y 10 muestran el elemento metálico de tope (7) visto en planta, sección y alzado, respectivamente.

- 5 Las Figuras 11, 12 y 13 muestran el mecanismo de bloqueo (8) visto en planta, sección y alzado, respectivamente. En ellas se muestran los elementos metálicos de bloqueo (8), y el elemento protector (13) que evita que los elementos metálicos de bloqueo (8) se muevan en la dirección perpendicular al eje del disipador.

El disipador de la invención funciona bajo desplazamientos impuestos de
 10 extensión/compresión en la dirección del eje de los elementos tubulares (1, 2). Cuando el nuevo disipador se somete a dichos desplazamientos impuestos y un elemento tubular (1, 2) desliza respecto al otro, el material viscoelástico (11) colocado entre las caras del elemento tubular (1, 2) interior y exterior deforma a cortante y con ello disipada energía. Mientras el
 15 valor de dicho desplazamiento es menor que las distancias (δ_{g1} , δ_{g2}) que se han dejado entre los elementos rigidizadores (6) y los elementos metálicos de tope (7) alineados y contiguos a los mismos, las porciones (4) metálicas longitudinales no deforman. A partir del instante en que dicho desplazamiento es mayor que las distancias (δ_{g1} , δ_{g2}) que se han
 20 dejado entre los elementos rigidizadores (6) y los elementos metálicos de tope (7) alineados y contiguos a los mismos, las porciones (4) metálicas longitudinales deforman.

- 20 La descripción anterior constituye un ejemplo de realización del disipador híbrido objeto de la invención, que disipa energía deformando un material viscoelástico y un material metálico, y que tiene un comportamiento multifase: para desplazamientos menores que la distancia (δ_{g1} o δ_{g2}) sólo disipa energía el material viscoelástico, y para desplazamientos mayores que la distancia (δ_{g1} o δ_{g2}) disipa energía tanto el material viscoelástico como el material metálico.
 25 Este ejemplo de realización puede tener las siguientes variantes, y todas ellas forman parte de la invención: la sección de los elementos tubulares (1, 2) puede ser también rectangular, circular, romboidal, etc.; el número de elementos tubulares (1, 2) dispuestos telescópicamente puede ser mayor de dos; la posición de las perforaciones (3) a lo largo de los elementos tubulares (1, 2) puede ser centrada, en los extremos o en una o varias zonas
 30 a lo largo del eje de los tubos; el número de filas de perforaciones (3) puede ser una, dos o más en cada cara del elemento tubular (1, 2); el número de caras de los elementos tubulares (1, 2) que se perforan puede ser una, dos o más; el número de caras de los elementos tubulares (1, 2) que no se perforan y a las que se les adhiere el material viscoelástico puede ser una, dos o más; el número de elementos tubulares (1, 2) que se

perforan puede ser una, dos o más; el material de los elementos tubulares (1, 2) puede ser acero, aluminio, aleaciones especiales etc.

Una vez descrito el disipador de energía de la invención, a continuación, se describen tres posibles alternativas de colocación de dicho disipador de energía en estructuras o equipos industriales.

La Figura 14 muestra un primer modo de colocación del disipador (14) de la invención, instalado dentro de una estructura porticada (15) que puede ser metálica, de hormigón armado, madera etc. El pórtico está formado por vigas (16), columnas (17) y nudos viga-columna (18). El disipador (14) se dispone alineado con el eje que definen los centros de dos nudos viga-columna (18) diametralmente opuestos en el rectángulo que forman las vigas (16) y columnas (17) contiguas. El disipador (14) comprende los elementos tubulares (1, 2), con perforaciones (3) en sus caras y dispuestos de forma telescópica. Las conexiones del extremo libre del elemento tubular (2) exterior en el primer punto de unión a la estructura (19), o del extremo libre del elemento tubular (1) interior con el segundo punto de unión a la estructura (20) pueden ser articulaciones reales realizadas con pasadores, o simples conexiones estructurales estándar realizadas con chapas soldadas o atornilladas.

En la Figura 15 se muestra un segundo modo de colocación del disipador objeto de esta patente, instalado dentro de una estructura porticada (15) que puede ser metálica, de hormigón armado, madera etc. La diferencia principal con la realización de la figura 14 es que el disipador está alineado con un eje que une el centro de uno de los nudos viga-columna (18) con un punto intermedio de la viga (21). La configuración de la figura 15 permite dejar un espacio abierto en el vano que puede ser deseable para disponer en él puertas o ventanas.

El disipador objeto de la invención puede instalarse también en la estructura resistente formando parte de sistemas tipo diada ("toggle brace") o tipo "tijera" (scissors jack system).

REIVINDICACIONES

1.- Disipador de energía híbrido multifase para la protección de estructuras frente a vibraciones por sismo y viento, caracterizado por que comprende:

- 5 - al menos dos elementos tubulares (1, 2) dispuestos telescópicamente, donde al menos uno de los elementos tubulares (1, 2) comprende al menos dos perforaciones (3) situadas entre sí alineadas según la dirección longitudinal del elemento tubular (1, 2) y separadas según dicha dirección longitudinal por una porción (4) del elemento tubular (1, 2),
- 10 - al menos una lámina de material viscoelástico (11) localizada entre los dos elementos tubulares (1, 2) en dirección transversal de modo que la lámina de material viscoelástico (11) está configurada para deformarse según un esfuerzo cortante cuando el disipador se somete a desplazamientos según su dirección longitudinal,
- 15 - al menos un elemento rigidizador (6) unido a la porción (4) del elemento tubular (1, 2) localizada entre las perforaciones (3), donde el elemento rigidizador (6) comprende sendos extremos longitudinales (6.1),
- 20 - al menos sendos elementos de tope (7), localizados a continuación de cada extremo longitudinal (6.1) del elemento rigidizador (6) en dirección longitudinal, donde cada elemento de tope (7) está localizado a una distancia (δ_{g1} , δ_{g2}) según la dirección longitudinal respecto de cada extremo longitudinal (6.1) del elemento rigidizador (6), los elementos de tope (7) estando unidos al elemento tubular (1, 2) distinto del unido al elemento rigidizador (6),
- 25 - sendos elementos de bloqueo (8) configurados para quedar localizados entre el extremo longitudinal (6.1) del elemento rigidizador (6) y el elemento de tope (7) adyacente cuando el desplazamiento relativo entre el elemento tubular (2) unido al elemento rigidizador (6) y el elemento tubular (1) unido a los elementos de tope (7) es mayor que al menos una de las distancias (δ_{g1} , δ_{g2}) entre cada extremo longitudinal (6.1) del elemento rigidizador (6) y el elemento de tope (7) adyacente.

30 2.- Disipador de energía híbrido multifase para la protección de estructuras frente a vibraciones por sismo y viento, según la reivindicación 1, caracterizado por que las perforaciones (3) poseen igual forma y tamaño.

- 3.- Disipador de energía híbrido multifase para la protección de estructuras frente a vibraciones por sismo y viento, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el elemento tubular (1, 2) comprende una primera fila de perforaciones (3) localizadas según la dirección longitudinal del elemento tubular (1, 2) y al menos una segunda fila de perforaciones (3) localizada según la dirección longitudinal del elemento tubular (1, 2).
- 4.- Disipador de energía híbrido multifase para la protección de estructuras frente a vibraciones por sismo y viento, según la reivindicación 3, caracterizado por que las filas de perforaciones (3) están localizadas en superficies del elemento tubular (1, 2) opuestas en dirección transversal.
- 5.- Disipador de energía híbrido multifase para la protección de estructuras frente a vibraciones por sismo y viento, según la reivindicación 3 ó 4, caracterizado por que las filas de perforaciones (3) son paralelas entre sí.
- 6.- Disipador de energía híbrido multifase para la protección de estructuras frente a vibraciones por sismo y viento, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende sendas perforaciones extremas (5) localizadas entre los extremos longitudinales del elemento tubular (1, 2) y las perforaciones (3) según la dirección longitudinal y donde dichas perforaciones extremas (5) son de mayor tamaño que las perforaciones (3).
- 7.- Disipador de energía híbrido multifase para la protección de estructuras frente a vibraciones por sismo y viento, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la lámina de material viscoelástico (11) se localiza en secciones longitudinales del elemento tubular (1, 2) en las que no existen perforaciones (3).
- 8.- Disipador de energía híbrido multifase para la protección de estructuras frente a vibraciones por sismo y viento, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la posición de las perforaciones (3) en la dirección longitudinal de los elementos tubulares (1, 2) puede ser centrada, en los extremos o en una o varias zonas a lo largo de la dirección longitudinal.
- 9.- Disipador de energía híbrido multifase para la protección de estructuras frente a vibraciones por sismo y viento, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el elemento tubular (2) exterior es el que comprende las perforaciones (3) y el elemento tubular (1) interior es el que está unido a los elementos de tope (7).

10.- Disipador de energía híbrido multifase para la protección de estructuras frente a vibraciones por sismo y viento, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los elementos tubulares (1, 2) y el elemento rigidizador (6) son metálicos.

5 11.- Disipador de energía híbrido multifase para la protección de estructuras frente a vibraciones por sismo y viento, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los elementos tubulares (1, 2) comprenden una sección circular, oval o poligonal.

10 12.- Disipador de energía híbrido multifase para la protección de estructuras frente a vibraciones por sismo y viento, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que elemento de bloqueo (8) posee una dimensión en la dirección longitudinal del elemento tubular (1, 2) igual a la suma de las distancias (δ_{g1} , δ_{g2}) entre cada extremo longitudinal (6.1) del rigidizador (6) y el elemento de tope (7) adyacente.

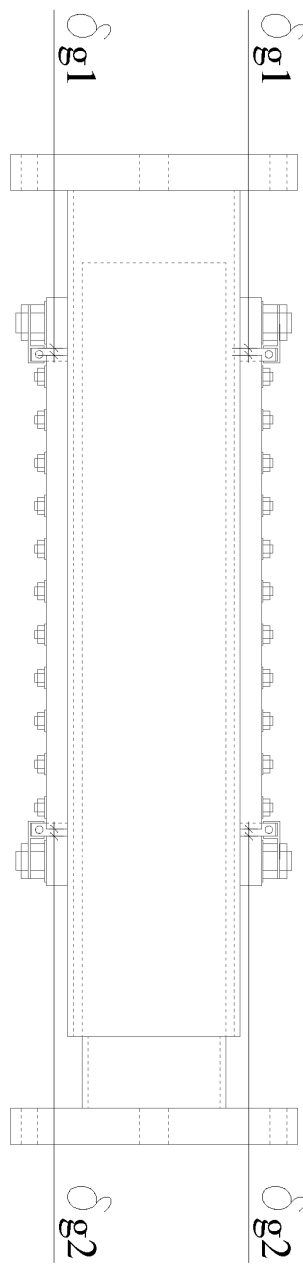
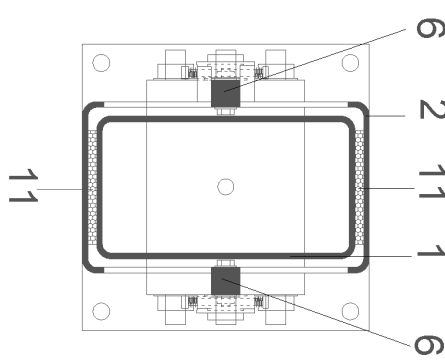
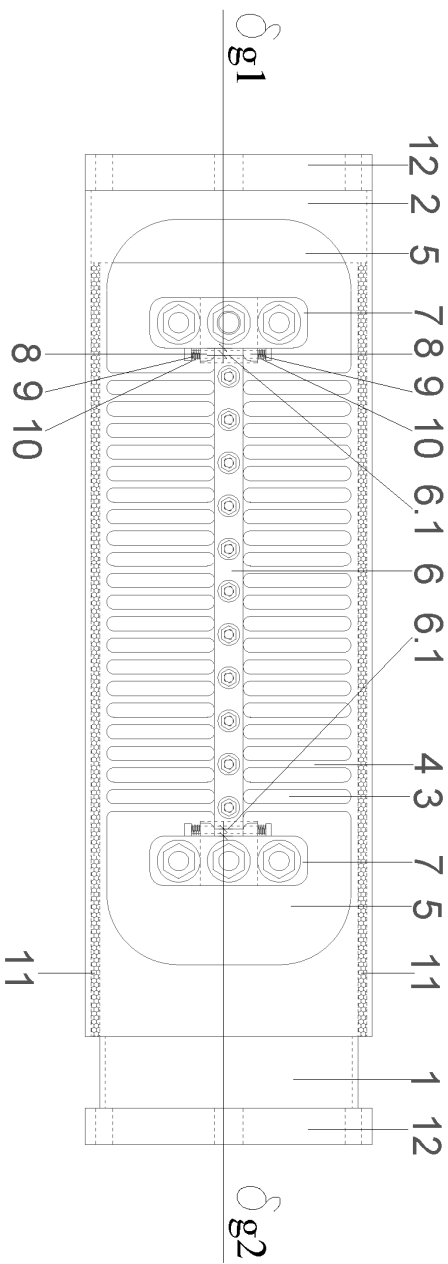
15 13.- Disipador de energía híbrido multifase para la protección de estructuras frente a vibraciones por sismo y viento, según la reivindicación 12, caracterizado por que el elemento de bloqueo (8) es desplazable en dirección transversal al elemento tubular (1, 2).

14.- Disipador de energía híbrido multifase para la protección de estructuras frente a vibraciones por sismo y viento, según la reivindicación 13, caracterizado por que comprende:

- 20 - una guía (9) dispuesta en sentido transversal al elemento tubular (1, 2) y en conexión con el elemento de bloqueo (8) de modo que dicho elemento de bloqueo (8) es desplazable transversalmente mediante dicha guía (9), y
- un elemento elástico de empuje (10) en conexión con el elemento de bloqueo (8) y configurado para empujar el elemento de bloqueo (8) cuando la distancia entre uno de los extremos longitudinales (6.1) del elemento rigidizador (6) es mayor que la
- 25 suma de las distancias (δ_{g1} , δ_{g2}) entre ambos extremos longitudinales (6.1) y el elemento de tope (7) adyacente.

15.- Disipador de energía híbrido multifase para la protección de estructuras frente a vibraciones por sismo y viento, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

30 caracterizado por que comprende unos elementos de conexión con la estructura a proteger.



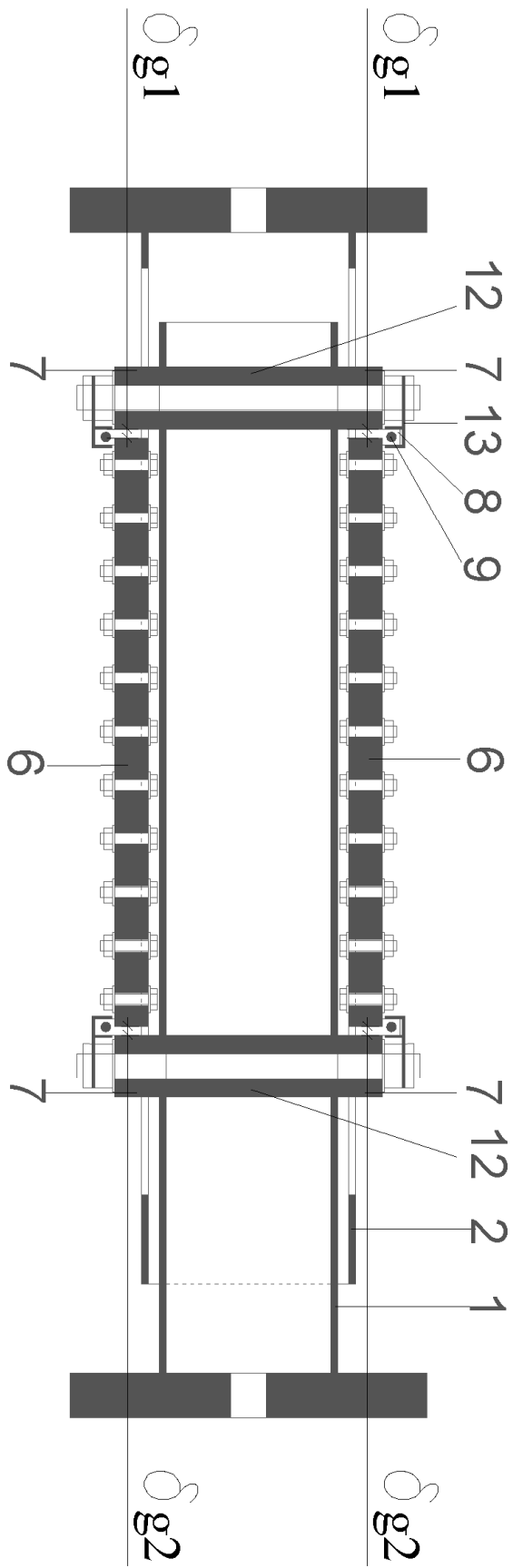


Figura 4



Figura 5

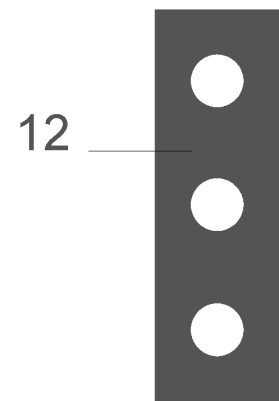


Figura 6

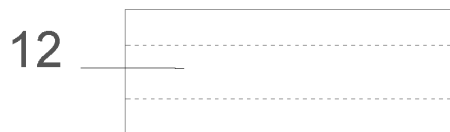


Figura 7

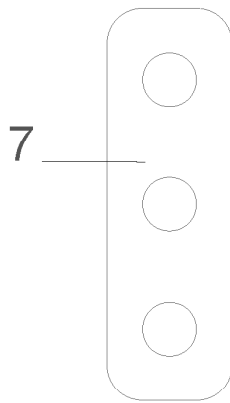


Figura 8

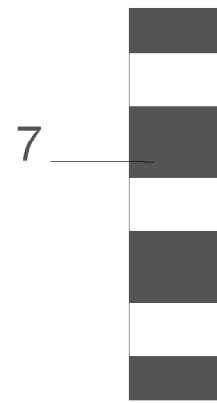


Figura 9

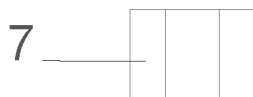


Figura 10

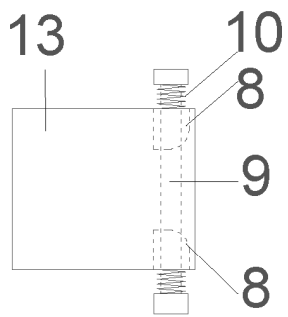


Figura11

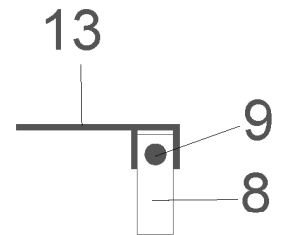


Figura 12

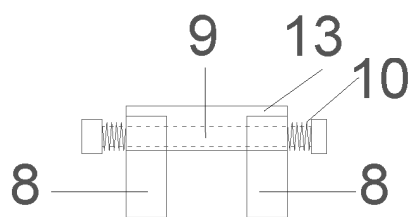


Figura 13

