

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 011 708**

51 Int. Cl.:

F16F 7/12 (2006.01)

E04H 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.02.2020 PCT/EP2020/053123**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.08.2020 WO20161298**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.02.2020 E 20706120 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2024 EP 3894717**

54 Título: **Amortiguador de edificios con al menos una pieza amortiguadora de empuje realizada en forma de escalera en al menos algunas zonas**

30 Prioridad:

08.02.2019 DE 102019201682

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

08.04.2025

73 Titular/es:

**MAURER ENGINEERING GMBH (100.00%)
Frankfurter Ring 193
80807 München, DE**

72 Inventor/es:

**GANDELLI, EMANUELE y
DISTL, JOHANN**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 3 011 708 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 de edificios con al menos una pieza amortiguadora de empuje realizada en forma de escalera en al menos algunas zonas

La presente invención se refiere a un amortiguador de edificios con al menos una pieza amortiguadora de empuje que está realizada en forma de escalera al menos en algunas zonas y que tiene al menos dos vigas transversales longitudinales que están unidas entre sí a través de al menos dos vigas transversales en forma de escalones alineados en paralelo entre ellos en una primera orientación, estando las vigas transversales en forma de escalones unidas a las vigas transversales longitudinales de forma rígida a la flexión en sus respectivos extremos.

Los amortiguadores de edificios se usan para disipar la energía cinética que se introduce desde el exterior en un edificio (el término debe entenderse en sentido amplio y abarca cualquier edificio, puente o torre, entre otros). Esto se consigue generalmente convirtiendo la energía cinética en energía térmica. Este proceso, también conocido como disipación, evita daños en la estructura como consecuencia de efectos de aceleración y movimientos como los provocados por terremotos o similares.

Ya existe toda una gama de diferentes amortiguadores de edificios que usan las propiedades de amortiguación de diferentes materiales o sistemas para la disipación. La amortiguación mediante aceite hidráulico es un principio especialmente conocido en la construcción de vehículos. Otro principio de especial interés económico para los edificios es el aprovechamiento de la deformación plástica de las chapas de acero. Un sistema de amortiguación basado en la deformación de chapas de acero se conoce ahora en alemán como "Stahl-Hysterese-Dämpfer" y en inglés como "steel hysteretic damper" (abreviado SHD damper).

Un diseño común de un amortiguador SHD de este tipo consiste en principio en placas de acero largas y delgadas que están dispuestas en la estructura de un edificio a la manera de una varilla de entramado de tal modo que están sometidas alternativamente a cargas de tracción o de compresión debidas al edificio sometido a vibraciones. Para evitar que las láminas metálicas relativamente finas se doblen bajo la elevada carga de fuerza normal, estos amortiguadores suelen tener no sólo una única tira metálica, sino también refuerzos adicionales. Por ejemplo, se ha establecido una sección transversal de chapa metálica en vista en planta, que está dispuesta adicionalmente en un tubo de revestimiento relleno de mortero. El tubo de revestimiento relleno de mortero evita que la tira de chapa metálica se pandee o pandee bajo carga y la estabiliza mientras experimenta una deformación plástica alterna. El diagrama carga-deformación resultante muestra una progresión en forma de bucle de histéresis. El diseño de un amortiguador SHD con una varilla de armadura estabilizada contra el pandeo se conoce ahora como "buckling restrained brace" (amortiguador BRB para abreviar).

Los amortiguadores SHD son significativamente más baratos que los amortiguadores hidráulicos. Sin embargo, por regla general y especialmente en el diseño de un amortiguador BRB, requieren una gran longitud para que puedan desarrollar el efecto amortiguador necesario. Por lo tanto, se usan principalmente para amortiguar grandes edificios en los que se dispone de suficiente espacio de instalación. Otro inconveniente relacionado con el diseño, especialmente en el caso de los amortiguadores BRB, es que el funcionamiento interno de los amortiguadores, responsable del efecto de amortiguación, no suele poder verse debido a los refuerzos. Por lo tanto, es difícil juzgar el estado de una compuerta BRB desde el exterior. Además, las grandes dimensiones de los amortiguadores BRB hacen que resulte muy caro sustituir un amortiguador BRB dañado después de un terremoto.

Un amortiguador SHD convencional se divulga, por ejemplo, en el documento US 4 272 114 A, en donde en el documento US 4 272 114 A un amortiguador adicional está dispuesto dentro del amortiguador SHD. En el documento US 2004 135 056 A1 se divulga un amortiguador de terremotos, que también es un sistema de amortiguación basado en la deformación de chapas de acero.

Por lo tanto, en el pasado se ha investigado repetidamente cómo se podría aprovechar la deformación plástica del acero de otras formas para amortiguar una estructura. Un enfoque que se investigó hace más de 25 años es la generación de fuerzas de empuje en los llamados "paneles histeréticos de empuje" (amortiguadores SHP para abreviar). Se trata de componentes planos de amortiguación de empuje en forma de escalera, en los que dos vigas transversales longitudinales están unidas entre sí a través de al menos dos vigas transversales rigidamente unidas (pero normalmente más de dos). La amortiguación se consigue aplicando una fuerza normal a uno de los dos miembros laterales, que se transmite al otro miembro lateral en estado amortiguado a través de las vigas transversales deformadas por la fuerza cortante. Si se produce un movimiento pendular, la fuerza normal introducida en la viga longitudinal será alternativamente una fuerza de tracción o una fuerza de compresión, que se reduce por la deformación plástica de las vigas transversales intermedias. También en este caso se crea una curva carga-deformación con forma de bucle de histéresis.

Sin embargo, incluso con este diseño, las vigas transversales pueden pandearse fácilmente. Además, un amortiguador SHP de este tipo sólo puede absorber una deformación extremadamente pequeña, lo cual, en particular, no permite usarlo para amortiguar terremotos en edificaciones grandes y altas. Además, los problemas de pandeo y de acodamiento de las vigas transversales aumentan a medida que las deformaciones son mayores. Como resultado, se interrumpieron las investigaciones sobre los amortiguadores SHP y no ha habido ninguna aplicación práctica de dichos amortiguadores SHP para la amortiguación estructural.

El objetivo de la invención es, por lo tanto, presentar un amortiguador de edificios que requiera menos espacio de instalación que un amortiguador BRB, pero que al mismo tiempo no tenga las limitaciones inherentes a los amortiguadores SHP con respecto a la trayectoria de deformación y los problemas de pandeo.

La solución para este objetivo se consigue con un amortiguador de edificios con al menos una pieza amortiguadora de empuje que está realizada en forma de escalera al menos en algunas zonas y que tiene al menos dos vigas transversales longitudinales que están conectadas entre sí a través de al menos dos vigas transversales en forma de escalones alineados en paralelo entre ellos en una primera orientación, en la que cada uno de las vigas transversales de en forma de escalones está unida a las vigas transversales longitudinales en sus extremos de manera rígida a la flexión, en la que, según la invención, la pieza amortiguadora de empuje tiene una estructura espacial en la que al menos otros dos vigas transversales de en forma de escalones que se extienden en paralelo entre sí están dispuestas en una segunda orientación diferente de la primera orientación. Al menos una pieza amortiguadora de empuje tiene al menos un medio de transmisión de fuerza. Al menos un medio de introducción de fuerza está diseñado como una placa plana con un recorte en forma de U, cuyas patas encierran lateralmente la parte amortiguadora de empuje y en cuyos extremos está dispuesto un soporte de introducción de carga que conecta los dos extremos de las patas, el cual está unido a los extremos de dos vigas transversales longitudinales. Por lo tanto, el soporte de introducción de la carga se fija a los extremos de las patas de forma adecuada, por ejemplo, soldándolo, después de haber introducido los medios de introducción de la fuerza.

La idea de la invención es, por lo tanto, reintroducir el principio de amortiguación mediante fuerzas de empuje en componentes de amortiguación de empuje en forma de escalera, que en realidad ya ha sido descartado por los expertos para estructuras de amortiguación. Esto, a su vez, se basa en la constatación de que el pandeo puede controlarse y que la estructura en escalera del amortiguador, en particular, ofrece una disposición básica que puede adaptarse muy bien a diferentes requisitos.

Según la invención, la pieza amortiguadora de empuje de los amortiguadores SHP convencionales, que anteriormente tenía un diseño en forma de placa, se convierte en una estructura espacial que se estabiliza significativamente mejor contra el pandeo o acodamiento. Esta estructura espacial se crea proporcionando vigas transversales adicionales en forma de peldaño, que están dispuestos en una segunda orientación que difiere de la orientación de las primeras vigas transversales en forma de peldaño. Además, las fuerzas máximas que se pueden absorber pueden ser aumentadas incrementando el número de vigas transversales con la misma longitud de vigas transversales longitudinales. El resultado es un comportamiento de pandeo significativamente mejorado en comparación con los amortiguadores SHP convencionales, con mayores fuerzas máximas que se pueden absorber en general.

En un perfeccionamiento, la pieza amortiguadora de empuje tiene varios planos de viga transversal con al menos una viga transversal dispuesta en los mismos, estando los planos de viga transversal dispuestos paralelos y espaciados entre sí a lo largo del eje longitudinal de la pieza amortiguadora de empuje. En otras palabras, a lo largo del eje longitudinal de la pieza amortiguadora de empuje se extienden varios planos paralelos de viga transversal, en los que se dispone al menos una viga transversal. La disposición paralela de los planos de la viga transversal significa que todas las vigas transversales tienen una alineación común, lo que significa que todas ellas pueden estar sometidas a esfuerzos de cizallamiento en una dirección efectiva transversal al plano de la viga transversal.

En un perfeccionamiento, al menos dos vigas transversales están dispuestas en cada plano de viga transversal, de los cuales al menos una viga transversal se extiende en la primera orientación y otra viga transversal se extiende en la segunda orientación. Esto permite que las vigas transversales se arriostren entre sí en el plano de la viga transversal respectiva.

Preferentemente, varios niveles de viga transversal están dispuestos a igual distancia entre sí a lo largo del eje longitudinal de la pieza amortiguadora de empuje. Esto normaliza la distribución de la fuerza y simplifica la fabricación.

Por consiguiente, en la pieza amortiguadora de empuje se pueden proporcionar al menos dos niveles de viga transversal, cada uno con al menos dos, preferiblemente cuatro, vigas transversales dispuestas en los mismos. La fuerza máxima que se puede aplicar al amortiguador de edificios puede controlarse mediante el número de vigas transversales. Cuanto mayores sean las fuerzas máximas a absorber, más vigas transversales o niveles de vigas transversales deberán preverse. En este sentido, no existe un límite máximo para el número de niveles posibles de vigas transversales. De acuerdo con la invención, esto da como resultado un amortiguador de edificios que es altamente ajustable en términos de las deformaciones máximas a absorber.

Preferentemente, la parte amortiguadora de empuje está hecha al menos parcialmente de metal. En particular, el diseño de la pieza amortiguadora de empuje hecha de acero tiene grandes ventajas en el sentido de que el acero ya es un material ampliamente usado en este campo de aplicación y, por lo tanto, bien investigado en cuanto a su comportamiento como material. El acero puede deformarse plásticamente con facilidad y repetidamente.

En un perfeccionamiento, al menos una y preferiblemente todas las vigas transversales tienen un espesor que aumenta hacia ambos extremos. Esto hace que la unión de las vigas transversales con las vigas longitudinales sea especialmente rígida. Por lo tanto, se pueden introducir fuerzas de empuje muy elevadas en las vigas transversales.

En un perfeccionamiento, la pieza amortiguadora de empuje tiene una planta poligonal y/o redonda que es simétrica en vista en planta de su eje longitudinal. Un diseño de este tipo de la planta de la pieza amortiguadora de empuje formada espacialmente garantiza un arriostramiento especialmente bueno de las distintas vigas transversales entre sí, cubriendo también las fuerzas de torsión.

En un perfeccionamiento, la pieza amortiguadora de empuje tiene al menos tres, preferiblemente cuatro, vigas longitudinales. Por ejemplo, la pieza amortiguadora de empuje puede tener un contorno triangular o cuadrangular vista desde arriba en su eje longitudinal.

Tiene sentido si las vigas longitudinales de la pieza amortiguadora de empuje están dispuestas en las esquinas de una pieza amortiguadora de empuje con una disposición poligonal. Por ejemplo, una viga longitudinal se puede usar para unir vigas transversales de dos orientaciones diferentes. Por lo tanto, un amortiguador de edificios de este tipo es especialmente eficaz.

Además, es concebible que las vigas longitudinales y las vigas transversales de la pieza amortiguadora de empuje estén soldadas entre sí, especialmente si están hechas de metal. La soldadura garantiza una unión especialmente rígida entre las vigas longitudinales y las vigas transversales.

Alternativa o adicionalmente, la pieza amortiguadora de empuje puede tener al menos una placa alargada, que tiene varias ranuras paralelas que discurren transversalmente al eje longitudinal de la placa. El resultado es una estructura en forma de escalera, al menos parcialmente plana y muy fácil de fabricar, pero con varias vigas transversales creadas por las hendiduras.

Preferentemente, la pieza amortiguadora de empuje tiene varias placas de múltiples ranuras dispuestas en ángulo entre sí en vista en planta de su eje longitudinal. De este modo, la pieza amortiguadora de empuje puede estar formada por varias placas ranuradas, lo que facilita especialmente su fabricación.

Las placas también pueden ser perfiles en forma de L con múltiples hendiduras en las placas laterales. Este perfil en forma de L es fácil de mecanizar y también se caracteriza por una gran eficiencia en términos de costes de producción.

Sin embargo, también es concebible que la pieza amortiguadora de empuje tenga un tubo en el que una pluralidad de ranuras paralelas, que se extienden transversalmente al eje longitudinal del tubo, estén dispuestas y realizadas en al menos una pared del tubo de tal manera que haya al menos dos secciones de pared continuas en la dirección longitudinal del tubo. Estas secciones continuas de pared forman las vigas longitudinales de la pieza amortiguadora de empuje, mientras que las secciones de pared que discurren transversalmente al eje longitudinal entre las ranuras forman las vigas transversales en forma de escalones.

En la realización más sencilla, es concebible que se use un tubo cilíndrico de acero como producto de partida y que éste se corte varias veces por ambos lados, por ejemplo, de tal modo que se creen dos vigas longitudinales y vigas transversales que conduzcan a la izquierda y a la derecha de estas vigas longitudinales, que absorben entonces los movimientos de presión de tracción aplicados en un eje longitudinal del tubo en respuesta al empuje, amortiguando este movimiento. Sin embargo, como esta forma de realización más sencilla puede dar lugar a vigas transversales relativamente largas, puede ser útil acortar la longitud de las ranuras y aumentar así la anchura de las vigas longitudinales.

Alternativamente, se pueden hacer más cortas cada una de las ranuras y por lo tanto puede estar previsto un mayor número de ellas. Esto permite dividir el tubo en cuatro segmentos de cuarto de círculo. Cada segmento tiene al menos una ranura que no cubre todo el segmento. Si se disponen varias ranuras de este tipo en paralelo a lo largo del eje longitudinal, se crean cuatro zonas sin ranuras que se extienden a lo largo del eje longitudinal y forman cada una de ellas una viga longitudinal. De este modo, a partir de un tubo redondo se puede fabricar con relativa facilidad una pieza amortiguadora de empuje con cuatro vigas longitudinales y muchas vigas transversales dispuestas en el mismo plano.

En un perfeccionamiento, al menos una pared del tubo está realizada al menos parcialmente plana y/o curvada. El tubo también puede tener una sección transversal redonda y/o poligonal visto desde arriba en su eje longitudinal. Los tubos cuadrados, en particular, presentan grandes ventajas de fabricación y se pueden usar muy bien para realizar la invención. Se trata de una forma especialmente sencilla de crear secciones de pared de tubo planas, en forma de escalera, fáciles de diseñar en cuanto a su comportamiento de amortiguación.

En un perfeccionamiento, al menos una pieza amortiguadora de empuje tiene al menos un medio de introducción de fuerza en forma de brazaete. Esto puede unir al menos los extremos de dos vigas longitudinales no adyacentes de una pieza amortiguadora de empuje. Por vigas longitudinales no adyacentes se entienden aquellas vigas longitudinales que están sometidas a tracción o a compresión en la misma dirección, mientras que por vigas longitudinales adyacentes se entienden aquellas vigas longitudinales que están unidas a la viga longitudinal respectiva a través de vigas transversales y, por lo tanto, están cargadas en direcciones opuestas. En la práctica, al menos una viga longitudinal está puenteada por los medios de transmisión de fuerza. No obstante, gracias a los medios de transmisión de fuerza, ésta se transmite uniformemente a las dos vigas longitudinales vecinas.

- En un perfeccionamiento, al menos un primer medio de inducción de fuerza está unido a los dos extremos de dos vigas longitudinales diagonalmente opuestas, no adyacentes, en una pieza amortiguadora de empuje que es cuadrada en una vista en planta. A continuación, un segundo medio de transmisión de fuerza se fija diagonalmente a los dos extremos de las otras dos vigas longitudinales situadas en el otro lado. De este modo, los dos medios de transmisión de fuerza están dispuestos a 90° entre sí en el amortiguador de edificios o en la pieza amortiguadora de empuje. Esto conduce a que los dos medios de transmisión de fuerza no interfieren entre sí, incluso en movimiento. Y ni siquiera si están realizados de tal manera que al menos encierran parcialmente la pieza amortiguadora de empuje.
- Tiene sentido que al menos un medio de introducción de fuerza tenga un medio de fijación, que a su vez tiene preferentemente un orificio para fijar o sujetar el amortiguador de edificios a la estructura, estando dispuesto el orificio en el lado del medio de introducción de fuerza opuesto al soporte de introducción de carga.
- En un perfeccionamiento, al menos dos piezas amortiguadoras de empuje están unidas por al menos un medio de unión. De este modo, se puede crear una estructura en forma de módulo en la que, dependiendo del efecto de amortiguación máximo requerido, varias piezas amortiguadoras de empuje se ponen en unión activa entre sí a través de dichos medios de unión. Si, por ejemplo, se unen entre sí dos piezas amortiguadoras realizadas de forma idéntica, se duplican las deformaciones máximas que se pueden absorber en comparación con una realización en la que sólo haya una pieza amortiguadora de empuje realizada de este modo.
- Es precisamente la unión en serie de varias piezas amortiguadoras de empuje configuradas según la invención lo que permite la capacidad de absorción de grandes recorridos de deformación, tan importante para la amortiguación de terremotos, y ello con una gran estabilidad de pandeo y acodamiento. Se puede crear una estructura modular usando varias piezas amortiguadoras de empuje del mismo diseño, lo que ofrece grandes ventajas en términos de tecnología de fabricación. De este modo, se puede crear con relativamente poco esfuerzo un amortiguador que se adapte fácilmente a una amplia gama de condiciones. En función de las condiciones de funcionamiento, sólo es necesario unir entre sí un número suficiente de piezas amortiguadoras de empuje. De este modo, también es posible superar las desventajas hasta ahora consideradas insalvables de las bajas capacidades de deformación de los amortiguadores SHP convencionales.
- También es útil si al menos una pieza amortiguadora de empuje tiene un efecto de amortiguación que difiere de la otra u otras piezas amortiguadoras de empuje. Esto puede lograrse, por ejemplo, disponiendo de un número diferente de vigas transversales. Esto permite ajustar con gran precisión el efecto amortiguador del amortiguador de edificios a las cargas que hay que amortiguar.
- En un perfeccionamiento, dos piezas amortiguadoras de empuje de rigidez diferente están unidas entre sí de tal manera que sólo la pieza amortiguadora de empuje menos rígida se activa en el caso de un terremoto pequeño y tanto la pieza amortiguadora de empuje más rígida como la menos rígida se activan en el caso de un terremoto grande. Mediante la unión en serie de diferentes piezas amortiguadoras de empuje, las propiedades de amortiguación del amortiguador de edificios pueden diseñarse específicamente para diferentes cargas sísmicas.
- Alternativamente, al menos dos piezas amortiguadoras de empuje de rigidez diferente están unidas entre sí de tal manera que sólo la pieza amortiguadora de empuje menos rígida se activa en el caso de un pequeño terremoto y sólo la pieza amortiguadora de empuje más rígida (5) se activa en el caso de un gran terremoto. Esto conduce a un alisamiento de la curva de histéresis, es decir, de las propiedades de amortiguación del amortiguador de edificios en el diagrama de carga-compresión.
- Para que la actividad de una pieza amortiguadora de empuje pueda ser influenciada específicamente, al menos un medio de unión tiene un sistema de cierre para limitar y/o suprimir los movimientos de al menos una pieza amortiguadora de empuje dispuesta en el mismo.
- En un perfeccionamiento, los medios de unión tienen dos escotaduras en forma de U, cuyas patas encierran cada una lateralmente una pieza amortiguadora de empuje y en cuyos extremos está dispuesta una viga de introducción de carga que une los dos extremos de las patas, que está unida a los extremos de dos vigas longitudinales no adyacentes de la pieza amortiguadora de empuje respectiva. En otras palabras, los medios de unión también puentean la viga longitudinal vecina respectiva.
- La invención se explica con más detalle a continuación con referencia a las realizaciones mostradas en los dibujos. En ellos se muestra esquemáticamente:
- Fig. 1 un amortiguador BRB conocido en el estado de la técnica;
- Fig. 2 un amortiguador SHP conocido en el estado de la técnica;
- Fig. 3 un primer ejemplo de realización de una pieza amortiguadora de empuje de un amortiguador de edificios según la invención;

- Fig. 4a la sección A-A mostrada en la Fig. 3;
- Fig. 4b la sección B-B mostrada en la Fig. 3;
- 5 Fig. 5 un segundo ejemplo de realización de una pieza amortiguadora de empuje de un amortiguador de edificios según la invención;
- Fig. 6a la sección A-A mostrada en la Fig. 5;
- 10 Fig. 6b la sección B-B mostrada en la Fig. 5;
- Fig. 7 un tercer ejemplo de realización de una pieza amortiguadora de empuje de un amortiguador de edificios según la invención;
- 15 Fig. 8a la sección A-A mostrada en la Fig. 7;
- Fig. 8b la sección B-B mostrada en la Fig. 7;
- 20 Fig. 9a una sección A-A correspondiente a la Fig. 8a a través de un cuarto ejemplo de realización de una pieza amortiguadora de empuje de un amortiguador de edificios según la invención;
- Fig. 9b una sección B-B correspondiente a la Fig. 8b a través de un cuarto ejemplo de realización de una pieza amortiguadora de empuje de un amortiguador de edificios según la invención;
- 25 Fig. 10a un ejemplo de realización de una viga transversal de altura constante;
- Fig. 10b un ejemplo de realización para una viga transversal con altura creciente hacia los extremos de la viga;
- 30 Fig. 10c un ejemplo de realización adicional alternativo para una viga transversal con altura de viga creciente hacia los extremos de la viga;
- Fig. 11 un quinto ejemplo de realización de un amortiguador de edificios según la invención;
- 35 Fig. 12 la sección C-C mostrada en la Fig. 11 con representación de la distribución de la fuerza interna
- Fig. 13 una vista lateral de una parte de la pared lateral de la pieza amortiguadora de empuje en forma de escalera de la sección mostrada en la Fig. 11 en estado deformado;
- 40 Fig. 14 un diagrama fuerza-deformación que muestra un comportamiento de deformación modelado bilinealmente de un amortiguador de edificios según la invención;
- Fig. 15 el comportamiento de deformación calculado del amortiguador de edificios según la invención mostrado en la Fig. 11;
- 45 Fig. 16a un primer ejemplo de realización de una pieza amortiguadora de empuje soldada a partir de varias piezas;
- Fig. 16b un segundo ejemplo de realización de una pieza amortiguadora de empuje soldada a partir de varias piezas;
- 50 Fig. 16c un tercer ejemplo de realización de una pieza amortiguadora de empuje soldada a partir de varias piezas;
- Fig. 17 un sexto ejemplo de realización de un amortiguador de edificios según la invención con dos piezas amortiguadoras de empuje en forma de tubo cuadrado;
- 55 Fig. 18 un séptimo ejemplo de realización de un amortiguador de edificios según la invención con tres piezas amortiguadoras de empuje en forma de tubo cuadrado;
- Fig. 19 un octavo ejemplo de realización de un amortiguador de edificios según la invención con dos piezas amortiguadoras de empuje en forma de tubo cuadrado de forma diferente, una de las cuales tiene menos planos de viga transversal que la otra;
- 60 Fig. 20 una sección a través del ejemplo de realización mostrado en la Fig. 19;
- Fig. 21 una sección ampliada de la sección mostrada en la Fig. 20;
- 65 Fig. 22a el sistema mecánico del ejemplo de realización mostrado en la Fig. 19 con sistema de unión de huecos;

- Fig. 22b el sistema mecánico del ejemplo de realización configurado según la Fig. 19, que dispone además de un sistema de cierre para una de las dos piezas de amortiguación de empuje;
- 5 Fig. 23 el comportamiento de deformación modelado multilíneal del amortiguador de edificios según la invención mostrado en la Fig. 19; y
- Fig. 24a el comportamiento de deformación calculado de un amortiguador de edificios realizado según la Fig. 22a con un sistema de unión de huecos;
- 10 Fig. 24b el comportamiento de deformación calculado de un amortiguador de edificios con un sistema de cierre realizado según la Fig. 22b;
- Fig. 25a un primer ejemplo de cómo se puede instalar en una estructura un amortiguador de edificios según la invención;
- 15 Fig. 25b un segundo ejemplo de cómo se puede instalar en una estructura un amortiguador de edificios según la invención; y
- Fig. 25c un tercer ejemplo de cómo se puede instalar en un edificio un amortiguador de edificios según la invención.
- 20 El amortiguador de edificios 1 mostrado en la Fig. 1 es un amortiguador BRB convencional en el que una viga de acero 2 con una sección transversal en forma de cruz está dispuesta en un tubo 4 lleno de mortero 3. La fricción entre la viga de acero 2 y el mortero 3 se reduce mediante una capa de lubricante dispuesta entre ambos, de tal modo que la viga de acero 2 puede deformarse con relativa libertad en sentido longitudinal dentro del mortero 3.
- 25 Si se produce un terremoto, se introduce una fuerza normal en el amortiguador de edificios 1 bajo la cual la viga de acero 2 se deforma inicialmente de forma elástica y después de forma plástica una vez superado el límite elástico. La deformación plástica continúa hasta que se invierte el movimiento oscilatorio de la estructura. Tras una deformación elástica inicial, vuelve a fluir hasta que el movimiento pendular de la estructura se invierte de nuevo y la estructura comienza a moverse en una dirección diferente. A medida que la viga de acero 2 fluye, parte de la energía cinética se transforma en energía térmica. Esta amortiguación reduce gradualmente el movimiento pendular de la estructura.
- 30 En la Fig. 2 se muestra un amortiguador de edificios 1, conocido en la técnica anterior como el denominado amortiguador SHP. Tiene una parte plana de amortiguación del empuje 5, en forma de escalera, que tiene al menos dos vigas longitudinales 6 y 8, que a su vez están unidas entre sí de forma resistente al empuje a través de al menos dos, en este caso siete, vigas transversales 7. El principio de funcionamiento es tal que se introduce una fuerza F en la viga longitudinal 6 como resultado de un efecto introducido en la estructura (por ejemplo, carga de impacto o carga sísmica) y de ahí se introduce en la segunda viga longitudinal 8, que está situada debajo, a través de las vigas transversales 7 unidas de forma rígida a la flexión. Por lo tanto, la amortiguación la proporciona la deformación plástica de las vigas transversales 7 provocada por las fuerzas de empuje.
- 35 Tal como ya se ha explicado anteriormente, se ha demostrado que la pieza amortiguadora de empuje 5 plana, en forma de escalera, de un amortiguador SHP es muy sensible al pandeo de las vigas transversales 7 y generalmente no desarrolla un efecto de amortiguación suficiente para ser usada en edificios grandes y altos para amortiguar cargas sísmicas.
- 40 El enfoque de solución según la invención se muestra en el primer ejemplo de realización de una pieza amortiguadora de empuje 5 de un amortiguador de edificios 1 según la invención mostrado en las Fig. 3, Fig. 4a y Fig. 4b. La pieza amortiguadora de empuje 5 tiene una estructura espacial en la que al menos dos (en este caso ocho) vigas transversales 7 se extienden en una primera orientación 7 (en la fig. 4b curvada hacia abajo a la derecha a partir la viga longitudinal 6) y al menos dos (en este caso ocho) vigas transversales adicionales 9 dispuestas en paralelo se extienden en una segunda orientación (en la fig. 4b curvada hacia abajo a la izquierda a partir de la viga longitudinal 6) que difiere de la primera orientación. Este diseño espacial de la pieza amortiguadora de empuje 5 permite superar el principal inconveniente de los amortiguadores SHP convencionales, a saber, la capacidad de deformación muy limitada de las vigas transversales antes incluso de que se produzca el pandeo de los mismos.
- 45 La pieza amortiguadora de empuje 5 tiene una forma general alargada. En el presente caso, su dirección longitudinal se extiende en la dirección x en la que también se extienden los dos vigas longitudinales 6 y 8. En este sentido, la fuerza horizontal F que debe introducirse en el amortiguador de edificios 1 se introduce en la primera viga longitudinal 6 y, a través de las vigas transversales 7 de la primera alineación y de las vigas transversales 9 de la segunda alineación, en la segunda viga longitudinal 8 y, debido a la deformación de las vigas transversales 7 o 9, se reintroduce en la estructura de forma amortiguada desde la pieza amortiguadora de empuje 5 o el amortiguador de edificios 1.
- 50 Tal como se puede observar en particular en las vistas en sección de las figuras 4a y 4b, la pieza amortiguadora de empuje 5 tiene una sección transversal circular en una vista en planta de su eje longitudinal. Por lo tanto, también puede describirse como un tubo redondo de ranuras múltiples con una sección transversal circular, un diámetro exterior b y un grosor t.
- 55
- 60

Los ejes longitudinales de las vigas transversales curvas 7 y 9 se extienden por lo tanto en un plano paralelo al plano y-z. Si los planos de las vigas transversales de la Fig. 3 se numeran de izquierda a derecha, el primer plano de las vigas transversales de la pieza amortiguadora de empuje 5 discurre paralelo al plano y-z como primer plano. Visto de izquierda a derecha, a este primer nivel de vigas transversales le siguen otros siete niveles de vigas transversales, en cada uno de los cuales se disponen una viga transversal 7 de primera orientación y una viga transversal 9 de segunda orientación. A este respecto, el amortiguador de edificios 1 mostrado en la Fig. 3 tiene una pieza amortiguadora de empuje 5 con ocho niveles de vigas transversales y 16 vigas transversales 7, 9. En el ejemplo de construcción mostrado aquí, los planos de las vigas transversales están todos dispuestos a la misma distancia entre sí a lo largo del eje longitudinal de la pieza amortiguadora de empuje 5, que se extiende en la dirección x.

El segundo ejemplo de realización de una pieza amortiguadora de empuje 5 de un amortiguador de edificios 1 según la invención mostrado en las figuras 5, 6a y 6b difiere del primer ejemplo de realización en que cuatro vigas longitudinales 6, 8, 10 y 12 mutuamente paralelas y cuatro vigas transversales 7, 9, 11 y 13 están dispuestas en cada uno de los ocho niveles de viga transversales. Así, con la misma carga total F , la fuerza introducida en las respectivas vigas 6, 8, 10, 12 puede reducirse a la mitad ($F/2$) en comparación con el primer ejemplo de realización.

El tercer ejemplo de realización de una pieza amortiguadora de empuje 5 de un amortiguador de edificios 1 según la invención mostrado en las figuras 7, 8a y 8b difiere de los dos primeros ejemplos de realización, además del menor número de niveles de vigas transversales (cinco en lugar de ocho), principalmente en que la pieza amortiguadora de empuje 5 tiene una vista en planta esencialmente cuadrada de su eje longitudinal. Por lo tanto, la pieza amortiguadora de empuje 5 tiene ahora cuatro vigas transversales rectas 7, 9, 11, 13 por plano de viga transversal en lugar de las vigas curvas. Por lo tanto, también se puede describir como un tubo con múltiples ranuras en las paredes laterales, un grosor de t , una sección transversal cuadrada y una anchura exterior de b .

Tal como se puede ver en la Fig. 8b en particular, las cuatro vigas longitudinales 6, 8, 10, 12 están situadas cada una en las esquinas del tubo o de la pieza amortiguadora de empuje 5 en el ejemplo de realización mostrado aquí. Esto tiene ventajas en la fabricación. Sin embargo, también conduce a un comportamiento de deformación de la pieza amortiguadora de empuje 5 que es más fácil de controlar.

Sin embargo, como alternativa a una planta cuadrada, también es concebible usar una planta rectangular para la pieza amortiguadora de empuje 5, tal como se muestra a modo de ejemplo en las secciones mostradas en la Fig. 9a y la Fig. 9b. De este modo, se pueden generar diferentes grados de rigidez de la pieza amortiguadora de empuje 5.

La rigidez de la pieza de amortiguación de empuje 5 también puede ser controlada mediante la conformación de la altura de las vigas transversales. Por lo tanto, es concebible usar vigas transversales 7 con una altura constante, como se muestra en la Fig. 10a. Sin embargo, las formas en las que las vigas transversales 7 tienen una altura creciente en sus extremos, tal como se muestra en la Fig. 10b o en la Fig. 10c, han demostrado ser especialmente adecuadas.

El quinto ejemplo de realización de un amortiguador de edificios 1 según la invención mostrado en la Fig. 11 es una realización en la que la pieza amortiguadora de empuje 5 está construida en principio de la misma manera que el tercer ejemplo de realización mostrado en la Fig. 7. También en este caso, la pieza amortiguadora de empuje 5 tiene una vista en planta cuadrada. Sin embargo, tiene seis niveles de vigas transversales en lugar de cinco. Como en el ejemplo de la tercera realización, en cada uno de los planos de las vigas transversales se disponen cuatro vigas transversales planos 7, 9, 11, 13 orientados de forma diferente. Las vigas transversales 7, 9, 11, 13 tienen una forma como la mostrada en la Fig. 10b. Por lo tanto, todas tienen una altura que aumenta hacia los extremos de la viga.

La fuerza se introduce aquí con ayuda de dos medios de introducción de fuerza 14 y 17, similares a placas y a ganchos, que tienen cada uno un orificio 16 y 19 para fijarse a la estructura y así introducir la fuerza en el amortiguador de edificios 1. Los dos medios de transmisión de fuerza 14 y 17 están girados 90° uno con respecto del otro y están fijados cada uno a dos vigas no adyacentes 8 y 12 o 6 y 8. En este caso, se sueldan longitudinalmente a las respectivas vigas longitudinales 6, 8, 10, 12. Un travesaño 15 o 18 se fija a los extremos de los dos medios de transmisión de fuerza de tipo gancho 14 y 17 después de que se haya fijado la pieza amortiguadora de empuje 5. Estos estabilizan aún más los respectivos medios de transmisión de fuerza 14 ó 17 de manera significativa y también conducen a una mayor estabilidad de la pieza amortiguadora de empuje 5 y de todo el amortiguador de edificios 1. Debido a la estructura espacial de la pieza amortiguadora de empuje 5 conseguida de este modo, un amortiguador de edificios 1 realizado de acuerdo con la invención exhibe una capacidad de absorción de fuerza máxima aumentada por el número de vigas transversales con una estabilidad y una capacidad de carga considerablemente mejoradas del amortiguador de edificios 1 de acuerdo con la invención en relación con el pandeo en comparación con un amortiguador SHP convencional.

Tal como se puede observar en la vista en sección espacial de la Fig. 12, la fuerza F introducida en el amortiguador de edificios 1 se introduce a través del orificio 16 y los medios de introducción de fuerza 14 en las dos vigas longitudinales no adyacentes 8 y 12 de la pieza amortiguadora de empuje 5. Esto provoca una deformación de las vigas transversales 7, 9, 11, 13 y una fuerza de reacción $F/2$ en las dos vigas 6 y 10.

La fig. 13 muestra la deformación de las vigas transversales 7 por la dimensión d en el extremo y el ángulo γ .

La Fig. 14 muestra ahora el comportamiento de deformación de un amortiguador de edificios 1 según la invención en un diagrama fuerza-deformación. Esto se puede simplificar de forma bilineal, tal como se representa mediante la línea continua. La línea de puntos muestra el comportamiento real. Esto significa que la deformación elástica se produce inicialmente con un aumento brusco de la fuerza. Si se alcanza la fuerza denominada F_y , las vigas transversales comienzan a fluir. Ahora sólo se puede aplicar un poco más de fuerza a las vigas transversales. Simplificando, sin embargo, se supone que sigue habiendo comportamiento elástico hasta el punto F_p . A partir de este punto, también se puede suponer, se que las fuerzas absorbibles aumentan linealmente hasta el punto F_{max} . A partir de ese momento, se produce el reblandecimiento del material (en este caso, el acero) y el fallo se produce a medida que aumentan las deformaciones y disminuyen las fuerzas. Por lo tanto, el amortiguador de edificios 1 debe diseñarse de forma que no se supere la fuerza F_{max} en el caso de carga máxima.

El diagrama fuerza-deformación mostrado en la Fig. 15 muestra un ciclo de carga completo para el amortiguador de edificios 1 mostrado en las Fig. 11 a Fig. 13. La curva que se muestra aquí se basa en una simulación matemática. En consecuencia, se puede determinar una histéresis muy uniforme para el comportamiento de deformación del amortiguador de edificios 1 diseñado según la invención.

Las Figs. 16a, 16b y 16c muestran otros tres ejemplos de realización de piezas amortiguadoras de empuje 5 diseñadas según la invención, caracterizándose éstas porque han sido soldadas entre sí a partir de varias piezas individuales. El ejemplo de realización mostrado en la Fig. 16a es una pieza amortiguadora de empuje 5 en la que varios anillos cuadrados están soldados en paralelo entre cuatro vigas longitudinales 6, 8, 10 y 12, cuyos lados forman las cuatro vigas transversales 7, 9, 11, 13. Debido a su forma cuadrada y a las esquinas soldadas a las vigas longitudinales 6 y 8, estos anillos son comparables a las vigas transversales individuales en su modo de acción.

La Fig. 16b muestra una forma de realización alternativa en la que miembros transversales individuales en forma de tira 7, 9, 11, 13 están soldados entre las cuatro vigas longitudinales 6, 8, 10, 12.

Una tercera alternativa se muestra en la Fig. 16c, en la que dos perfiles en L estrechos se insertan entre las cuatro vigas longitudinales 6, 8, 10, 12 y también se sueldan a ellas. Cada uno de los perfiles en L forma dos vigas transversales 7, 13 o 9, 11 de la parte amortiguadora 5. Los perfiles en L pueden cortarse fácilmente en tiras y soldarse a las vigas longitudinales.

Con referencia al sexto ejemplo de realización de un amortiguador de edificios 1 diseñado según la invención mostrado en la Fig. 17, se explicará ahora un aspecto adicional de la invención, que se puede conseguir uniendo dos piezas amortiguadoras de empuje 5 en serie en un amortiguador de edificios 1 por medio de un medio de unión 21, también en forma de placa, con vigas transversales 22 proporcionadas en los extremos. Uniendo en serie varias piezas amortiguadoras de empuje 5, se puede conseguir una constante de amortiguación d_{max} varias veces superior a la de los amortiguadores SHP. Esto no es trivial.

Mediante la unión en serie de varias piezas amortiguadoras de empuje 5, las propiedades de amortiguación del amortiguador de edificios 1 según la invención se pueden adaptar de forma muy precisa y muy económica. Esto se debe a que las piezas de amortiguación de empuje 5 pueden ser fabricadas fácilmente y unirse después entre sí según sea necesario. Por ejemplo, es concebible que puedan estar simplemente sueltas según se requiera y se las acople después juntas tal como se muestra en la Fig. 17.

En el séptimo ejemplo de realización mostrado en la Fig. 18, tres piezas amortiguadoras de empuje 5 están unidas en serie usando dos medios de unión 21 desplazados 90 grados entre sí. Esto permite triplicar la deformación máxima admisible en comparación con un amortiguador SHP convencional.

En el ejemplo de realización mostrado en la Fig. 19, dos piezas de amortiguación de empuje 5 de diferente configuración están unidas entre sí a través de los medios de unión 21. Aunque ambas tienen la misma planta, son de longitudes diferentes y tienen un número distinto de vigas transversales 7, 9, 11, 13. La primera pieza de amortiguación 5 mostrada a la izquierda en la Fig. 19 tiene seis niveles de vigas transversales y cuatro vigas longitudinales 6, 8, 10, 12 dispuestas en las esquinas. En la segunda pieza amortiguadora de empuje 5 sólo hay dos niveles de vigas transversales dispuestos en el lado derecho. Por lo tanto, la pieza amortiguadora de empuje 5 mostrada a la izquierda tiene mayor rigidez que la pieza amortiguadora de empuje 5 mostrada a la derecha.

Las dos piezas amortiguadoras de empuje 5 están unidas a través de un medio de unión 21, que en este ejemplo tiene la forma de una placa y está unido en sus esquinas a las respectivas vigas 6, 8, 10, 12.

Tal como se puede ver ahora en la vista en sección Fig. 20 y en la sección ampliada mostrada en la Fig. 21, los medios de unión 21 tienen dos almas 23 y 24. Estas presentan una cierta distancia a las vigas transversales 15 y 18. Esto permite ajustar específicamente el comportamiento de amortiguación del amortiguador de edificios 1. El resultado es el sistema mecánico mostrado en la Fig. 21, formado por dos amortiguadores unidos en serie, en donde el amortiguador más blando (a la derecha en la Fig. 22) tiene un tope que se activa cuando la pieza amortiguadora de empuje 5 derecha (mostrada a la derecha en la Fig. 19), que tiene menos vigas transversales, alcanza su deformación plástica máxima. La parte izquierda

de amortiguación de empuje 5, que tiene mayor rigidez, se activa entonces a través de las almas 23 y 24. En general, el comportamiento de la deformación mostrado en la Fig. 23 es simplificado y lineal. La histéresis mostrada en la Fig. 24a para la deformación y el comportamiento de amortiguación asociado del amortiguador de edificios 1 según la invención puede determinarse en una simulación matemática.

El modo de funcionamiento del sistema de unión con unión de relleno de huecos mostrado en la Fig. 21 se explicará ahora usando el sistema mecánico mostrado en la Fig. 22a y el diagrama fuerza-deformación asociado mostrado en la Fig. 23. El sistema de unión de cierre de huecos permite crear un amortiguador de edificios 1 con dos grados de rigidez diferentes, que conducen a dos niveles de fuerza diferentes que generan deformación plástica, como puede ocurrir con diferentes cargas sísmicas en una estructura.

Por lo tanto, el amortiguador de edificios 1 se realiza de tal manera que la deformación d generada por un terremoto menor sea inferior a d_2 ($d < d_2$). Por lo tanto, el amortiguador de edificios es más blando y sólo proporciona una fuerza de amortiguación menor ($F < F_2$). Esto permite una estructura de soporte más elástica para el edificio. Esto garantiza que se introduzcan aceleraciones máximas menores en la estructura en caso de terremotos pequeños. En comparación con los amortiguadores SHP y BRB convencionales, se trata de una mejora significativa y no trivial del amortiguador de edificios 1 según la invención. Permite mejorar significativamente la protección de las partes no estructurales o portantes del edificio, tales como los equipos eléctricos o el mobiliario interior.

Los grandes terremotos provocan grandes deformaciones en la estructura ($d > d_3$). El amortiguador 1 según la invención es ahora también capaz de proporcionar una mayor fuerza de amortiguación ($F_3 < F < F_{\max}$). La rigidez es ahora también significativamente mayor, lo que significa que la estructura está mejor protegida contra los fallos.

La Fig. 24a muestra el bucle de histéresis del amortiguador de edificios 1. El bucle interior corresponde al comportamiento en caso de terremoto pequeño, mientras que la parte exterior del bucle muestra el comportamiento en caso de terremoto grande.

La Fig. 22b muestra el sistema mecánico de una forma de realización alternativa de un amortiguador de edificios 1 según la invención. Se diferencia del de la Fig. 22a en que aquí el amortiguador de edificios 1 dispone también de un sistema de cierre para la pieza amortiguadora de empuje 5 que se muestra a la izquierda en la imagen. Esto garantiza que cuando la deformación d supera d_2 ($d > d_2$) por primera vez, la parte amortiguadora de empuje 5 ya no puede deformarse. Ahora sólo la pieza amortiguadora de empuje 5 mostrada en el sistema de la derecha contribuye a amortiguar el terremoto.

La Fig. 24b muestra el bucle de histéresis de un amortiguador de edificios 1 construido según la Fig. 22b, en el que el bucle interior corresponde de nuevo al comportamiento en caso de un terremoto pequeño, mientras que la parte exterior del bucle muestra el comportamiento en caso de un terremoto grande. Como puede verse en particular por comparación con la curva de la Fig. 24a, esta forma de realización permite aumentar la cantidad total de energía que debe disiparse (esto corresponde al área dentro de la curva de histéresis). Esto se deduce de la curva significativamente más suave para grandes cargas sísmicas en comparación con la Fig. 24a. Por lo tanto, esta forma de realización permite una mejor protección de la estructura durante terremotos grandes o graves con aproximadamente el mismo buen comportamiento de amortiguación durante terremotos pequeños.

En la fig. 25 se muestran tres ejemplos de cómo puede instalarse en una estructura un amortiguador de edificios 1 según la invención. La fig. 25a muestra una estructura con una viga de entramado 25 a la que está fijado el amortiguador de edificios 1. La estructura también tiene dos soportes verticales 26 sobre los que descansa un disco de techo 27. Si se produce un terremoto, se generan fuerzas normales en la viga de entramado 25 debido a los movimientos del subsuelo impuestos a la estructura, que son amortiguados por el amortiguador del edificio 1.

La Fig. 25b muestra un segundo ejemplo de cómo se puede instalar en una estructura un amortiguador de edificios según la invención. Aquí, el amortiguador de edificios 1 se fija como una varilla de entramado entre una unión de dos vigas de entramado 25 y el disco de techo 27. También en este caso sólo se introducen fuerzas normales en el amortiguador de edificios.

La Fig. 25c muestra un tercer ejemplo de cómo se puede instalar en una estructura un amortiguador de edificios 1 según la invención. En este caso, la estructura es un puente en el que el amortiguador de edificios 1 está fijado entre el tablero de puente 28 y un estribo 29. También en este caso es esencial que la fijación se realice de forma que sólo se introduzcan fuerzas normales en el amortiguador de edificios 1.

Lista de símbolos de referencia

- 1 Amortiguador de edificios
- 2 Viga de acero
- 3 Mortero
- 4 Tubo de revestimiento
- 5 Pieza amortiguadora de empuje
- 6 Primera viga longitudinal

ES 3 011 708 T3

	7	Viga transversal de la primera alineación
	8	Segunda viga longitudinal
	9	Viga transversal de la segunda alineación
	10	Tercera viga longitudinal
5	11	Viga transversal de la tercera alineación
	12	Cuarta viga longitudinal
	13	Viga transversal de la cuarta alineación
	14	Primer medio de introducción de carga
	15	Travesaño del primer medio de introducción de fuerza
10	16	Perforación del primer medio de introducción de fuerza
	17	Segundo medio de introducción de carga
	18	Travesaño del segundo medio de introducción de fuerza
	19	Perforación del primer medio de introducción de fuerza
	20	Costura de soldadura
15	21	Medio de unión
	22	Travesaño del medio de unión
	23	Primer alma
	24	Segunda alma
	25	Viga de entramado
20	26	Soporte
	27	Disco de techo
	28	Tablero del puente
	29	Estribo
25		

REIVINDICACIONES

1. Amortiguador de edificios (1) con al menos una pieza amortiguadora de empuje (5) en forma de escalera, al menos en algunas zonas, que tiene al menos dos vigas longitudinales (6, 8) que están unidas entre sí a través de al menos dos vigas transversales en forma de escalones (7) alineados en paralelo entre ellos en una primera orientación, estando las vigas transversales en forma de escalones (7) unidas a las vigas longitudinales (6, 8) de forma rígida a la flexión en sus respectivos extremos,
la pieza amortiguadora de empuje (5) tiene una estructura espacial en la que al menos otras dos vigas transversales (9) que se extienden en paralelo entre ellas están dispuestas en una segunda orientación distinta de la primera, y al menos la pieza amortiguadora de empuje (5) presenta al menos un medio de introducción de fuerza (14, 17), **caracterizado porque** al menos un medio de introducción de fuerza (14, 17) está configurado como una placa en forma de U con dos patas paralelas, cuyas patas rodean lateralmente la pieza amortiguadora de empuje (5) y en cuyos extremos exteriores de las patas está dispuesto un travesaño (15, 18) que une los dos extremos de las extremidades para cerrar el hueco en forma de U.
2. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la pieza amortiguadora de empuje (5) tiene varios planos de vigas transversales con al menos una viga transversal (7, 9, 11, 13) dispuesta en los mismos, estando los planos de vigas transversales dispuestos en paralelo espaciados a lo largo del eje longitudinal de la pieza amortiguadora de empuje (5).
3. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** en cada plano de vigas transversales están dispuestas al menos dos vigas transversales (7, 9, 11, 13), de las cuales al menos una viga transversal (7) se extiende en una primera orientación y otra viga transversal se extiende en una segunda orientación que es distinta de la primera orientación.
4. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** varios planos de vigas transversales están dispuestos a la misma distancia entre ellos a lo largo del eje longitudinal de la pieza amortiguadora de empuje (5).
5. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** en la pieza amortiguadora de empuje (5) están previstos al menos dos planos de vigas transversales, cada uno de ellos con al menos dos, preferentemente cuatro, vigas transversales (7, 9, 11, 13) dispuestas en ellos.
6. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la pieza amortiguadora de empuje (5) es al menos en parte de metal, preferentemente de acero.
7. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos una viga transversal (7, 9, 11, 13), preferentemente todas presentan hacia los dos extremos una altura de viga creciente.
8. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la pieza amortiguadora de empuje (5) en una vista en planta presenta una planta simétrica, poligonal y/o redonda en su eje longitudinal.
9. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la pieza amortiguadora de empuje (5) presenta al menos tres, preferentemente cuatro, vigas longitudinales (6, 8, 10, 12).
10. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la pieza amortiguadora de empuje (5) en una vista en planta presenta una planta poligonal, en cada una de cuyas esquinas hay dispuesta una viga longitudinal (6, 8, 10, 12).
11. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las vigas longitudinales (6,8, 10, 12) y las vigas transversales (7, 9, 11, 13) de la pieza amortiguadora de empuje (5) están soldadas entre sí.
12. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la pieza amortiguadora de empuje (5) presenta al menos una placa de pared longitudinal, que presenta varias hendiduras que discurren en paralelo y transversalmente al eje longitudinal de la placa de pared.
13. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la pieza amortiguadora de empuje (5) presenta varias placas de pared, con hendiduras, que en una vista en planta están dispuestas en ángulo entre ellas en su eje longitudinal.
14. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**

- la pieza amortiguadora de empuje (5) presenta un tubo, en el que una pluralidad de ranuras paralelas que discurren transversalmente al eje longitudinal del tubo están dispuestas y realizadas en al menos una pared del tubo de tal manera que al menos dos secciones de pared continuas están presentes en la dirección longitudinal del tubo, las cuales forman las vigas longitudinales (6, 8, 10, 12) de la pieza amortiguadora de empuje (5), mientras que las secciones de pared que discurren transversalmente al eje longitudinal del tubo entre las ranuras forman las vigas transversales en forma de escalones (7, 9, 11, 13).
15. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos una pared del tubo está realizada, al menos parcialmente, plana y o curvada.
16. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** en una vista en planta, el tubo presenta en su eje longitudinal una sección redonda o poligonal.
17. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos una pieza amortiguadora de empuje (5) presenta al menos un medio de introducción de fuerza (14, 17) realizado en forma de brazaete.
18. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos un medio de introducción de fuerza (14, 17) une dos vigas longitudinales (6, 10; 8, 12) no adyacentes de una pieza amortiguadora de empuje.
19. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos un primer medio de introducción de fuerza (14) está fijado a dos vigas longitudinales (6, 10; 8, 12) no adyacentes.
20. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos un medio de introducción de fuerza (14, 17) tiene un medio de fijación, preferentemente un orificio (16, 19), para fijar el amortiguador de edificios (1) a un edificio, estando el orificio (16, 19) dispuesto en el lado del medio de introducción de fuerza (14, 17) opuesto al travesaño (6, 8, 10, 12).
21. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos dos piezas amortiguadoras de empuje (5) están unidas entre sí por medio de al menos un medio de unión (21).
22. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos una pieza amortiguadora de empuje (5) presenta un efecto de amortiguación diferente del de otra u otras piezas amortiguadoras de empuje (5), en particular porque tiene un número distinto de vigas transversales (7, 9, 11, 13).
23. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos dos piezas amortiguadoras de empuje (5) de diferente rigidez están unidas entre sí de tal modo que, en caso de un terremoto pequeño, sólo se activa la pieza amortiguadora de empuje (5) menos rígida y en caso de un terremoto grande se activan tanto la pieza amortiguadora de empuje (5) más rígida como la menos rígida.
24. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos dos piezas amortiguadoras de empuje (5) de diferente rigidez están unidas entre sí de tal modo que, en caso de un terremoto pequeño, sólo se activa la pieza amortiguadora de empuje (5) menos rígida y, en caso de un terremoto grande, sólo se activa la pieza amortiguadora de empuje (5) más rígida.
25. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos un medio de unión (21) tiene un sistema de cierre para limitar y/o suprimir los movimientos de al menos una pieza amortiguadora de empuje (5) dispuesta en el mismo.
26. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el medio de unión (21) tienen dos escotaduras en forma de U, cada una de cuyas patas encierra lateralmente una pieza amortiguadora de empuje (5) y en cada uno de los extremos de cada pata está dispuesto un travesaño (22) que une los dos extremos exteriores de las patas.
27. Amortiguador de edificios según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos un lado longitudinal de una viga longitudinal (7, 9, 11, 13) de una pieza amortiguadora de empuje (5) está soldada longitudinalmente a al menos una pata de un medio de introducción de fuerza (14, 17) y/o de un medio de unión (21).

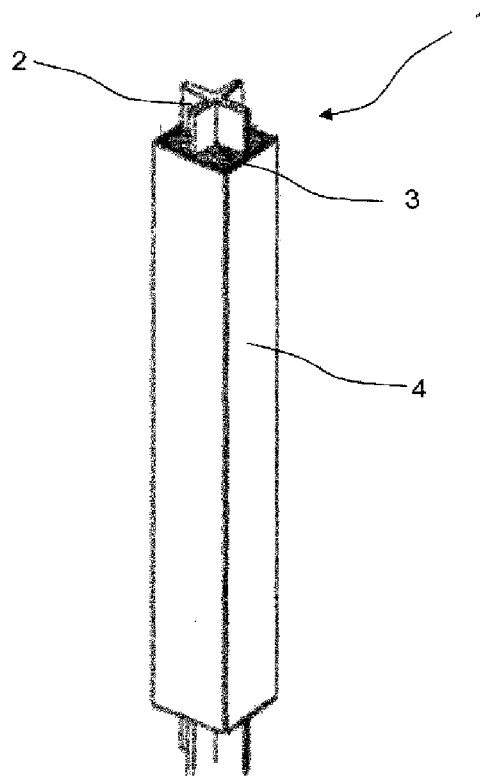


Fig. 1 (Estado de la técnica)

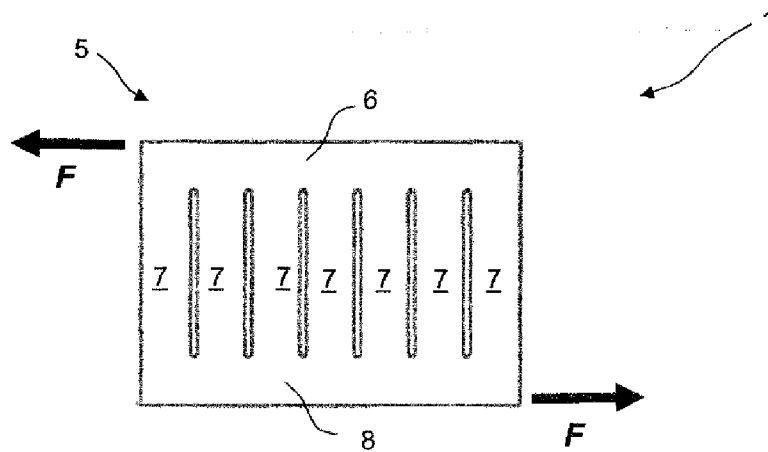


Fig. 2 (Estado de la técnica)

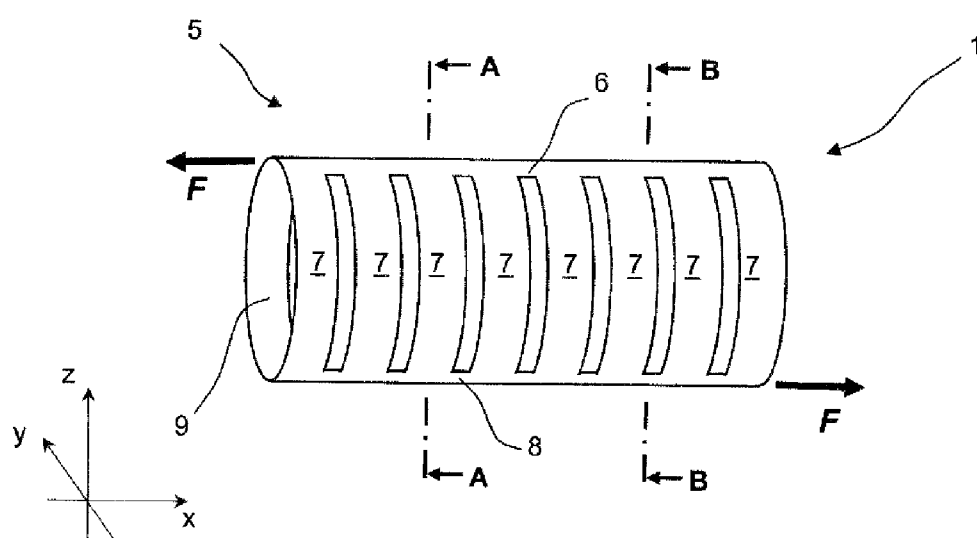


Fig. 3

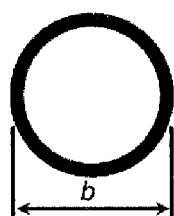


Fig. 4a

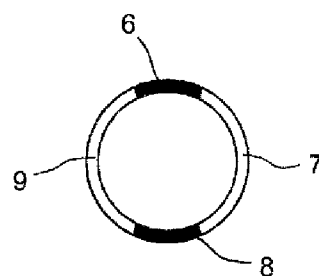


Fig. 4b

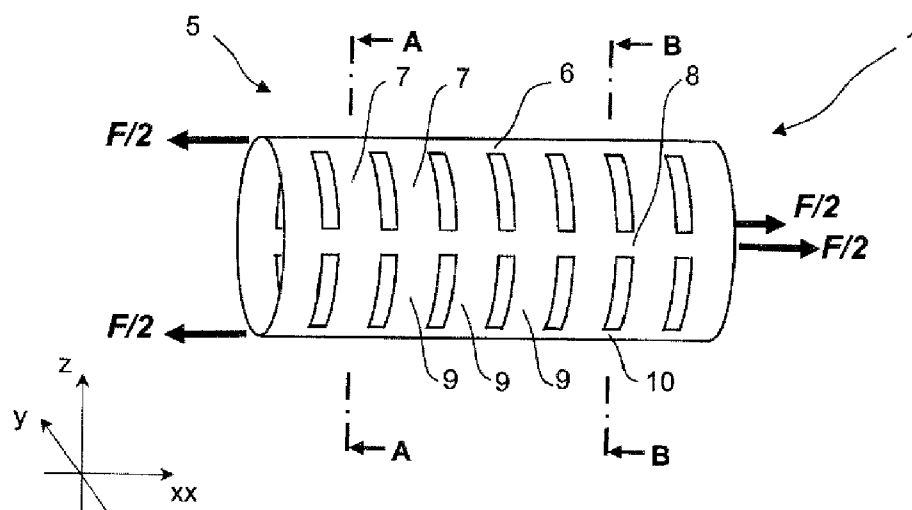


Fig. 5

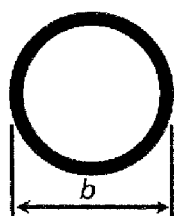


Fig. 6a

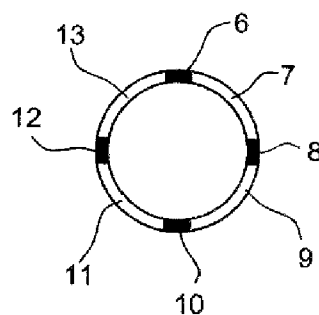


Fig. 6b

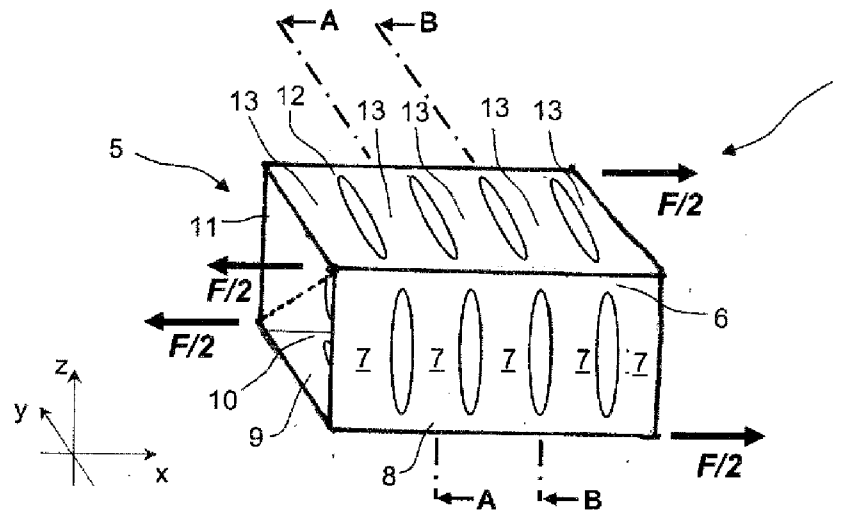


Fig. 7

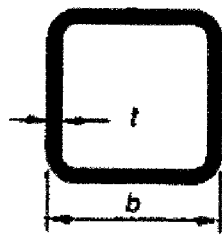


Fig. 8a

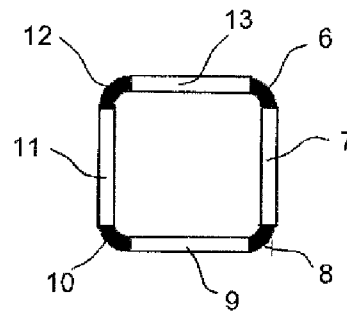


Fig. 8b

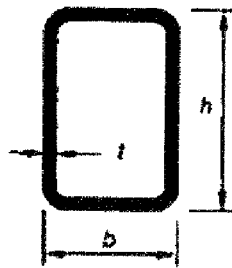


Fig. 9a

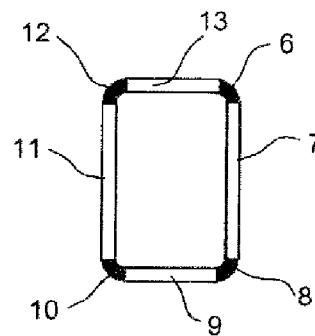


Fig. 9b

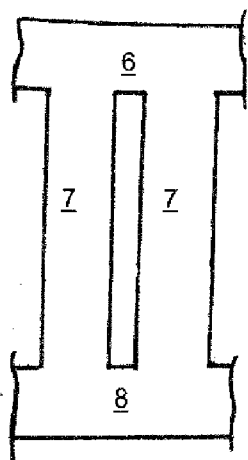


Fig. 10a

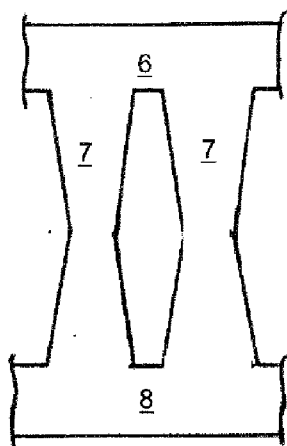


Fig. 10b

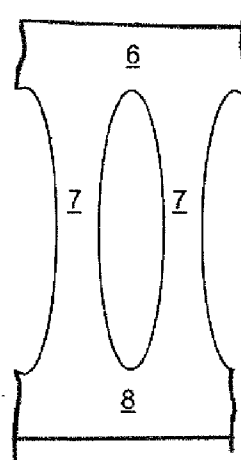


Fig. 10c

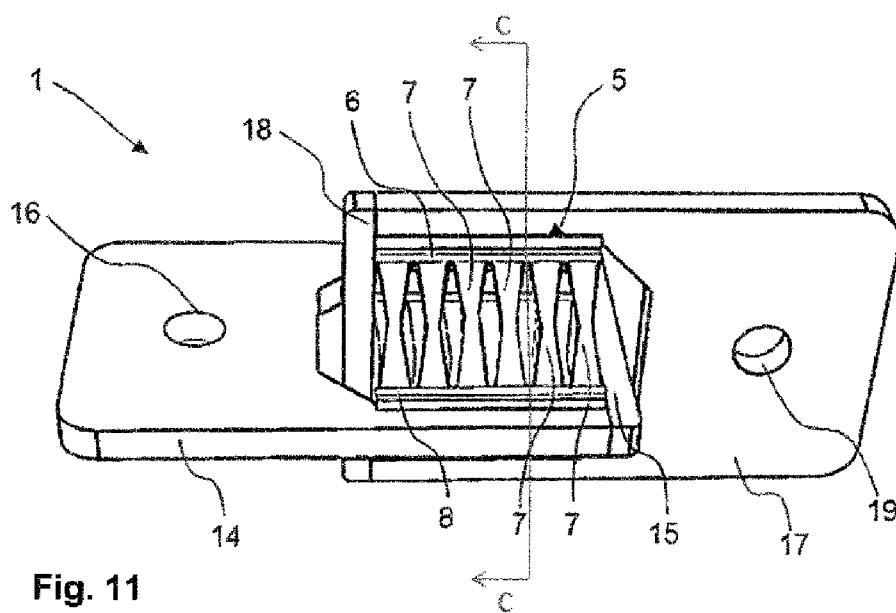
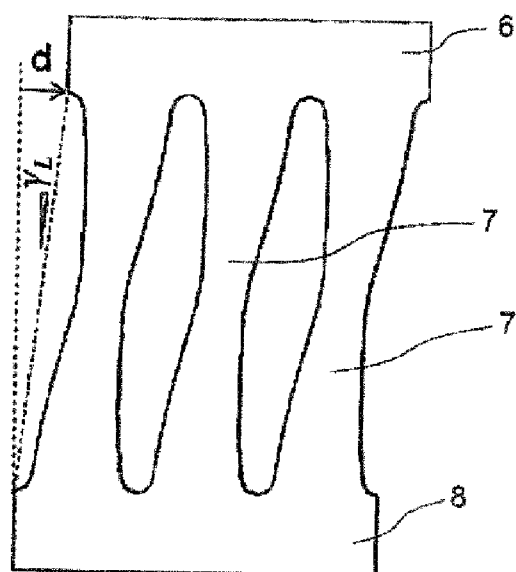
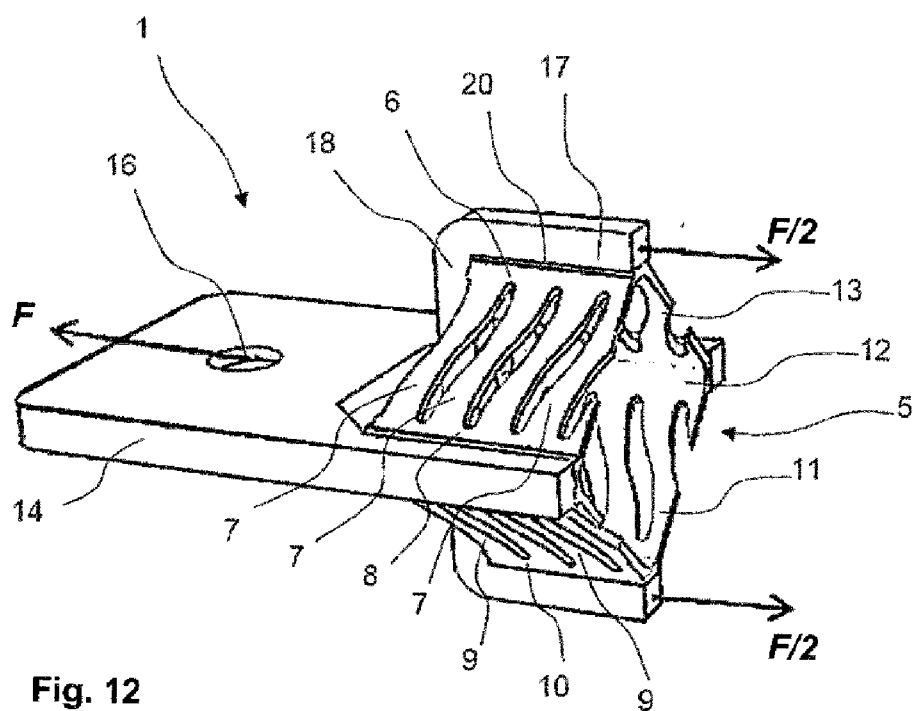


Fig. 11



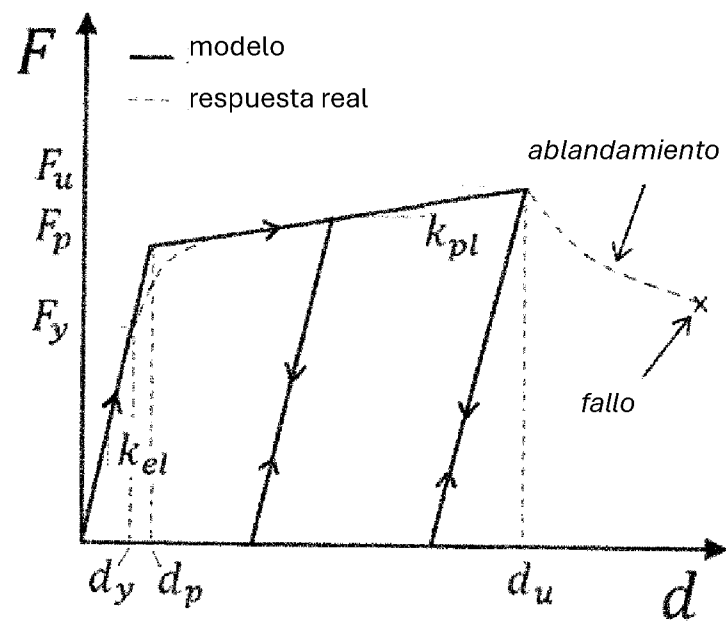


Fig. 14

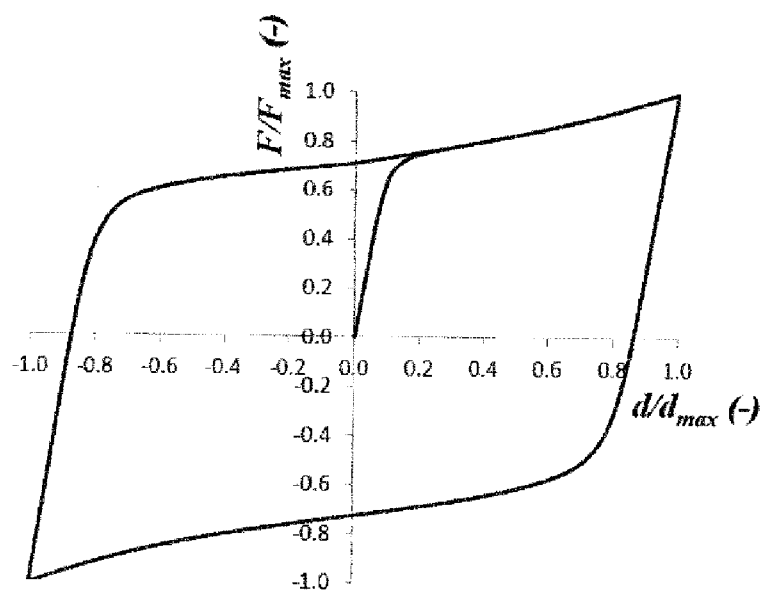


Fig. 15

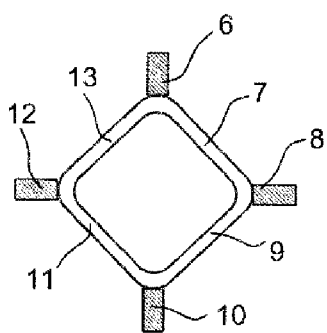


Fig. 16a

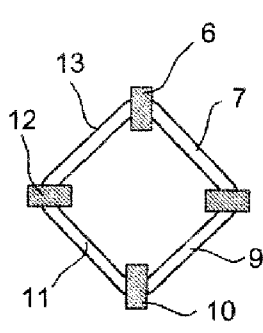


Fig. 16b

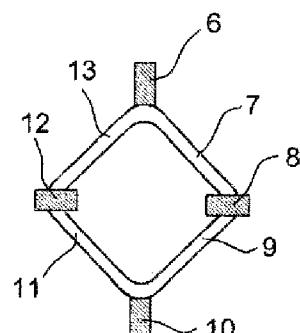


Fig. 16c

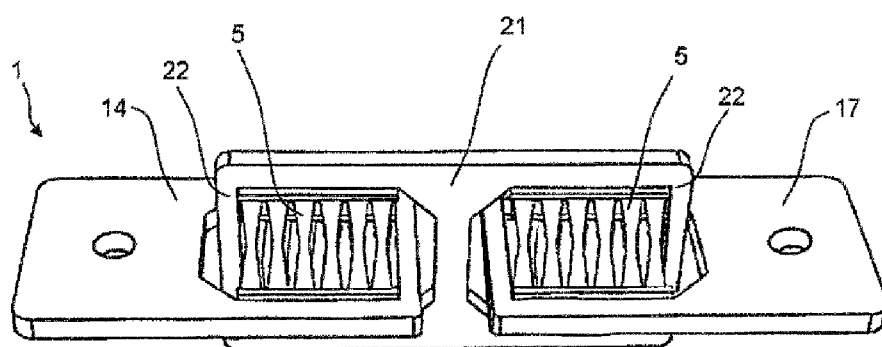


Fig. 17

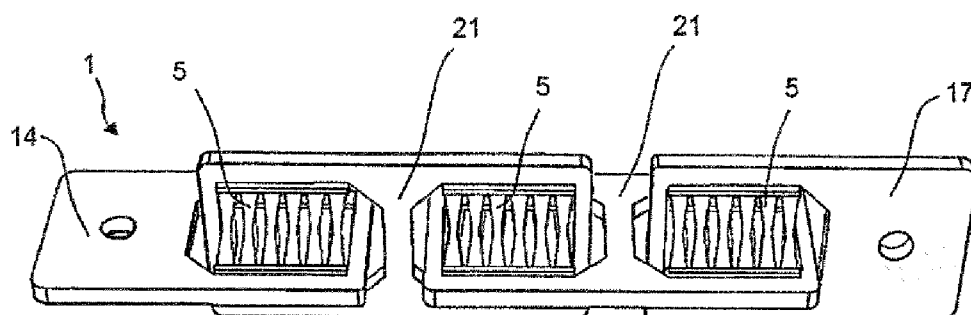


Fig. 18

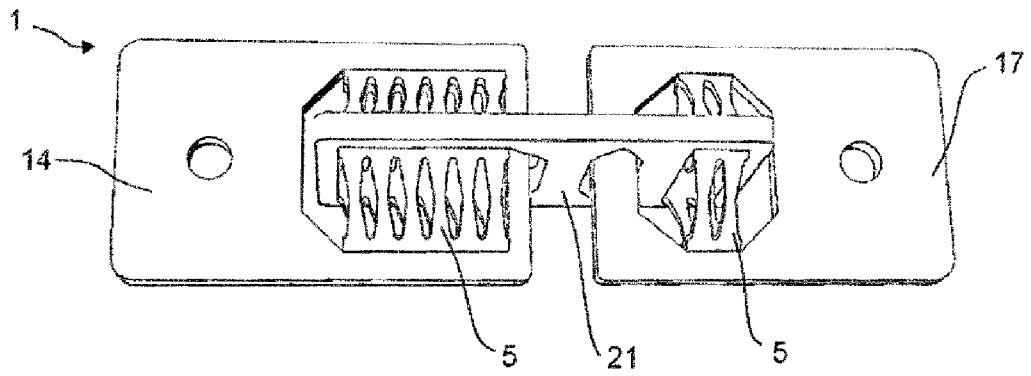


Fig. 19

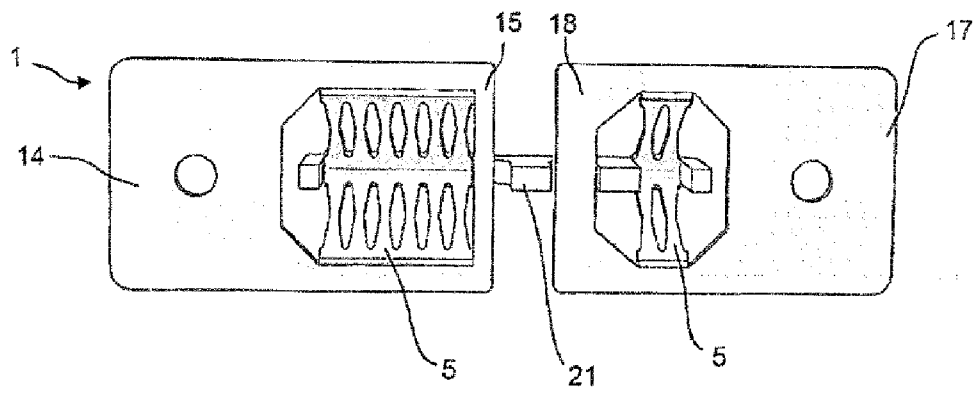


Fig. 20

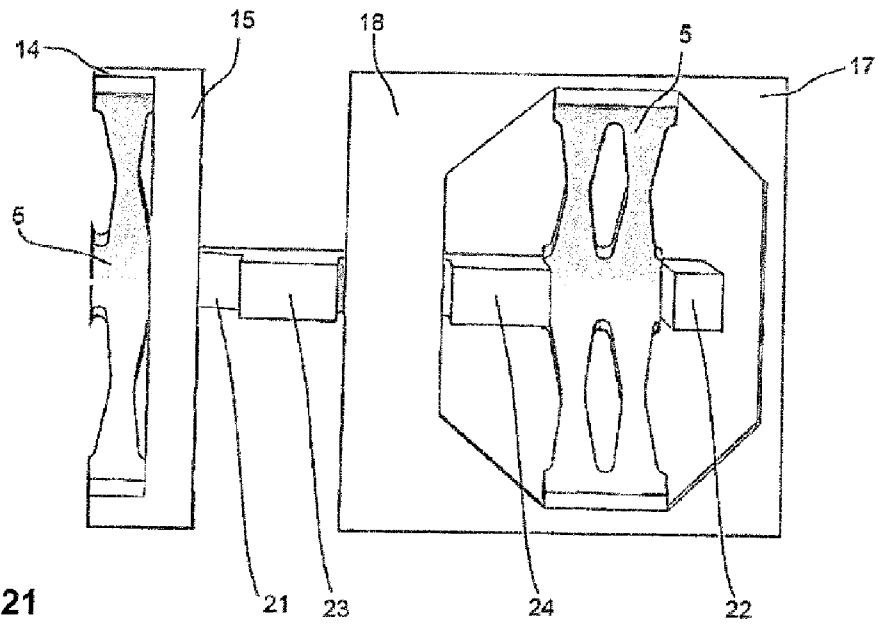


Fig. 21

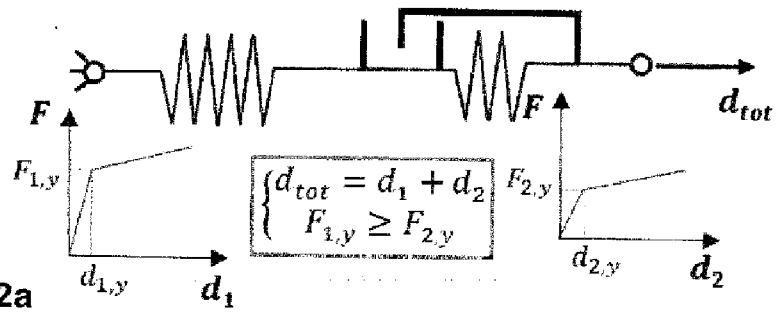


Fig. 22a

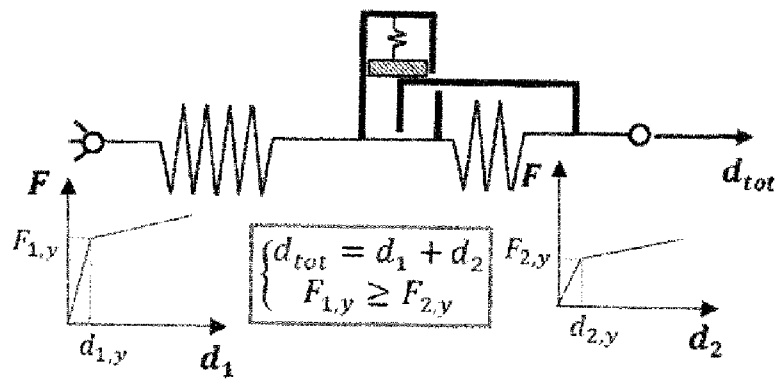


Fig. 22b

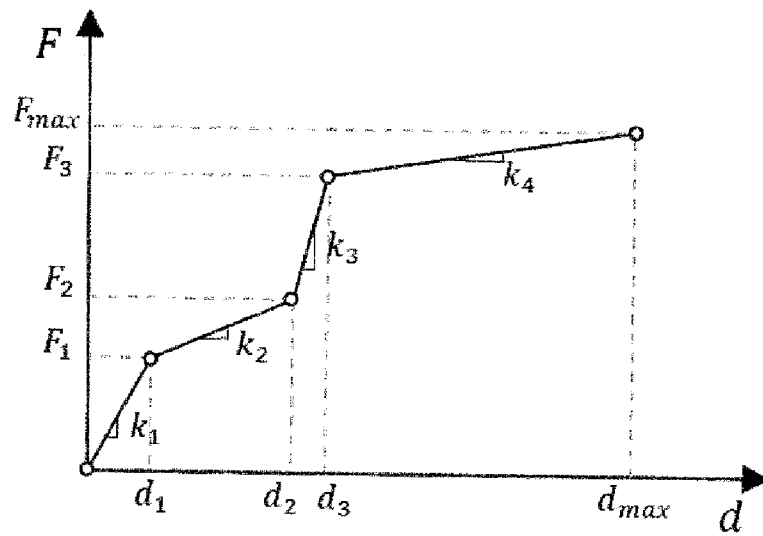


Fig. 23

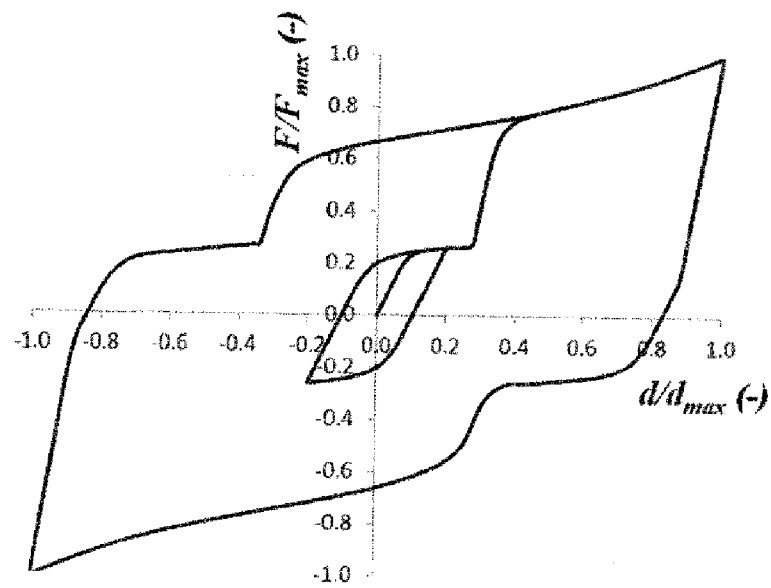


Fig. 24a

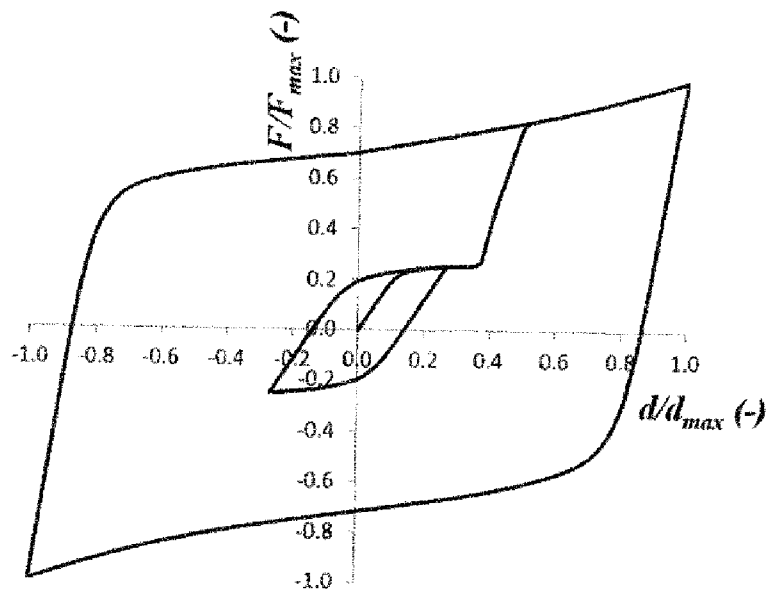


Fig. 24b

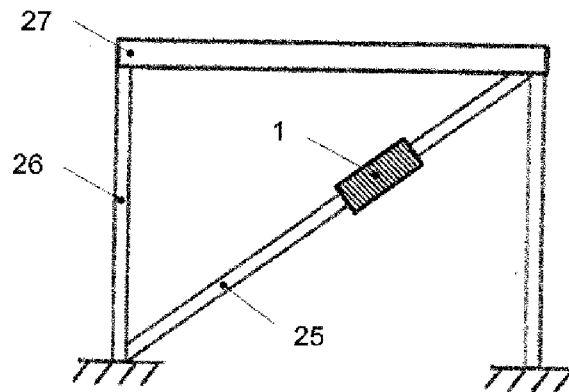


Fig. 25a

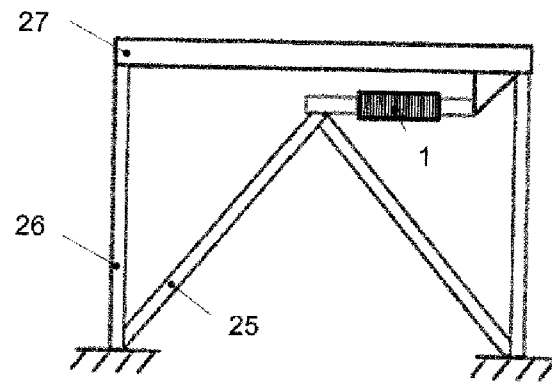


Fig. 25b

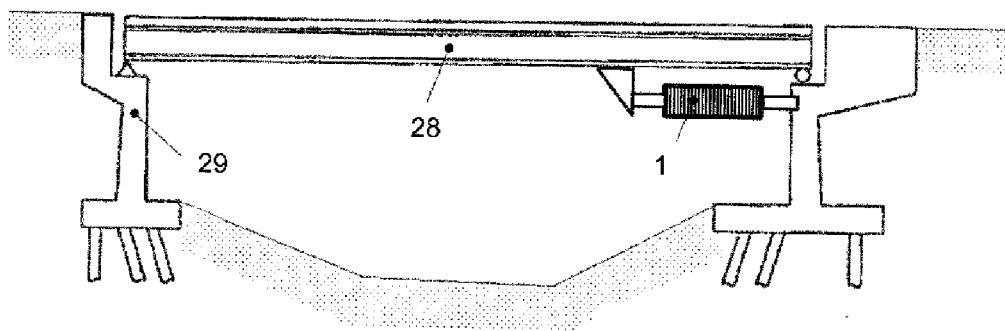


Fig. 25c