

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 697 725**

21 Número de solicitud: 201730988

51 Int. Cl.:

F16F 7/10 (2006.01)

F16F 15/03 (2006.01)

E04B 1/98 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

28.07.2017

43 Fecha de publicación de la solicitud:

28.01.2019

71 Solicitantes:

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (100.0%)

**Ctt-Otri. Casa del Estudiante, C/ Real de Burgos, s/n
47001 VALLADOLID ES**

72 Inventor/es:

PONCELA MENDEZ, Alfonso Valentin;

LORENZANA IBAN, Antolin;

MAGDALENO GOMEZ, Alvaro y

HERNANDEZ GOMEZ, Ovidio

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

54 Título: **Amortiguador de masa sintonizable**

57 Resumen:

Amortiguador de masa sintonizable que comprende: bastidor (1), ménsula (3), masa principal (4), primera bobina (8) y primer imán permanente (7), una placa amortiguadora (5) metálica y un primer electroimán situado en correspondencia con una primera superficie de la placa amortiguadora (5) y sin contacto con la placa amortiguadora (5); donde el primer imán permanente (7) y la primera bobina (8) están dispuestos sin contacto entre sí y alineados entre sí perpendicularmente con respecto a la ménsula (3); donde el amortiguador comprende una unidad de control (18) configurada para: hacer variar una corriente eléctrica circulante por la primera bobina (8), haciendo variar con ello la frecuencia natural de oscilación del amortiguador de masa sintonizable, y; hacer variar una corriente eléctrica circulante por el primer electroimán (12), haciendo variar con ello el coeficiente de amortiguamiento del amortiguador de masa sintonizable.

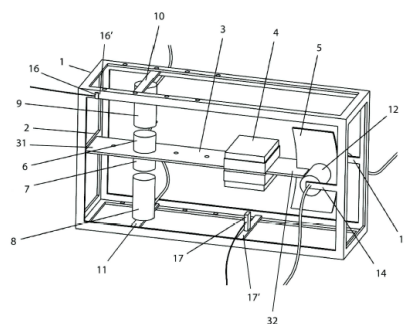


Fig. 4

Amortiguador de masa sintonizable

DESCRIPCIÓN

5

Objeto de la invención

La invención se refiere a un amortiguador de masa sintonizable o TMD (por las siglas en inglés de *Tuned Mass Damper*) con capacidad de actuación sobre dos variables de
10 dicho amortiguador, a saber, la frecuencia natural de oscilación y el coeficiente de amortiguamiento.

El dispositivo objeto de la invención citada encaja en el campo de los supresores dinámicos de vibraciones, y más concretamente en el campo de las estructuras civiles esbeltas tipo pasarelas peatonales, puentes atirantados, chimeneas industriales, etc.;
15 estas estructuras, conocidas bajo el concepto de “estructuras vivas”, se caracterizan por las variaciones experimentadas en sus parámetros estructurales a lo largo de su vida útil.

Problema técnico a resolver y Antecedentes de la invención

20

Muchas de las estructuras civiles de nuestros días (por razones eminentemente estéticas y no funcionales), se caracterizan por su ligereza y esbeltez, lo cual las hace fuertemente sensibles a cargas de uso diario provocadas por sus usuarios (caminantes, corredores, patinadores, ciclistas, tráfico rodado...), y cargas
25 medioambientales como pueden ser viento, lluvia fina, o la combinación de ambas. El resultado es que dichas estructuras vibran a frecuencias bajas (unos pocos Hz) provocando sensaciones molestas a los usuarios aunque, eso sí, sin peligros mayores para las propias infraestructuras salvo casos aislados de sobra conocidos en la literatura (p.ej. *Tacoma bridge*). El ejemplo más reciente y conocido es la pasarela
30 peatonal Millennium Bridge de Londres, cerrada al poco de la inauguración por los problemas de uso peatonal surgidos el día de la inauguración. Dicha pasarela fue reabierta varios meses después de la inauguración habiendo sido necesario el diseño,

fabricación y colocación a lo largo de ella de amortiguadores de masas sintonizados o TMD.

5 Edificios esbeltos tipo rascacielos también incorporan en su parte alta dispositivos similares (p.ej. el rascacielos TAIPEI 101) para hacer frente a vibraciones originadas por vientos fuertes en estos casos.

10 Los dispositivos de amortiguación estructural actuales descansan básicamente en la idea de Den Hartog, quien formuló el problema de cómo sintonizar de forma pasiva tales dispositivos en sus distintas aplicaciones. Variantes magnetorreológicas también pueden encontrarse, así como ejecuciones basadas en empleo de amortiguadores convencionales e imanes permanentes.

15 Asimismo, se conocen también soluciones que emplean electroimanes para actuar sobre el coeficiente de amortiguamiento de los TMD's. Un ejemplo de ello se describe en el documento ES 2390899 B1. Uno de los problemas que presenta esta solución es que no es capaz de actuar independientemente sobre el coeficiente de amortiguamiento y la frecuencia natural de vibración del amortiguador. Adicionalmente, el sistema descrito en este documento comprende partes móviles en contacto
20 (amortiguador hidráulico) que resultan en un sistema no del todo eficiente debido al rozamiento estático entre las diversas partes móviles.

25 Las soluciones propuestas en el estado de la técnica para abordar los efectos debidos a las vibraciones no deseadas en infraestructuras han sido catalogadas en tres grandes variantes: a) pasivas, sin electrónica alguna, sintonizadas o ajustadas al modo vibrante principal de la estructura y sin aporte energético alguno; b) activas, dotadas de lazos de control convencionales así como de la electrónica correspondiente, e implicando la inyección de energía a la estructura para contrarrestar las vibraciones molestas, es decir, con requerimientos energéticos fuertes, y; c) semi-activas: punto
30 intermedio entre las dos anteriores pero sin aportes energéticos importantes ni riesgos de inestabilidad.

Descripción de la invención

35 Con objeto de aportar una solución a la problemática citada anteriormente, se presenta el siguiente amortiguador de masa sintonizable.

La invención aquí presentada es una solución que no inyecta energía; que tiene la capacidad de adaptarse continuamente a la infraestructura a la que está ligada; y sin elementos rozantes entre los componentes ni partes móviles participantes en los ajustes de los parámetros regulables. Estas últimas características la hacen especialmente interesante dado que implican adaptabilidad frente a cambios (envejecimiento, condiciones ambientales, cargas...) y prácticamente carencia de mantenimiento. Podría ser catalogada como un tipo de amortiguación semi-activa.

- 10 La presente invención se refiere por tanto a un amortiguador de masa sintonizable o TMD, adaptable en sus parámetros de funcionamiento de forma electromagnética.

El amortiguador objeto de la presente invención incluye un bastidor (preferentemente formado por un armazón de forma general paralelepípedica) y una ménsula (preferentemente con forma de pletina).

La ménsula está anclada por un primer extremo al bastidor mediante un soporte de la ménsula.

- 20 El amortiguador incluye asimismo una masa principal situada en proximidad a un segundo extremo libre de la ménsula.

El amortiguador objeto de la invención incorpora un primer conjunto electromagnético que comprende una primera bobina unida al bastidor y un primer imán permanente unido a la ménsula por una primera cara de dicha ménsula enfrentada a la primera bobina.

Ventajosamente, el amortiguador de masa sintonizable objeto de la presente invención incluye un segundo conjunto electromagnético, donde dicho segundo conjunto electromagnético a su vez comprende:

- una placa amortiguadora metálica (preferentemente formada por un material no férrico y/o no ferromagnético) situada en correspondencia con el segundo extremo libre de la ménsula, y;

35

- un primer electroimán, anclado al bastidor mediante un primer anclaje, donde dicho primer electroimán está situado en correspondencia con una primera superficie de la placa amortiguadora y sin contacto con la placa amortiguadora; el primer electroimán está dispuesto preferentemente de tal manera que las líneas de campo magnético inciden perpendicularmente sobre la primera superficie de la placa amortiguadora.

La ménsula del amortiguador comprende unos medios de unión del primer imán permanente configurados para permitir la unión del primer imán permanente en diferentes puntos a lo largo de la longitud de la ménsula.

Asimismo, el bastidor comprende unos primeros medios de fijación de la primera bobina configurados para permitir la fijación de la primera bobina en diferentes puntos a lo largo del bastidor.

De la manera descrita en los dos párrafos anteriores, el primer conjunto electromagnético está configurado para permitir que el primer imán permanente y la primera bobina estén dispuestos sin contacto entre sí y estén alineados entre sí perpendicularmente con respecto a la ménsula.

El amortiguador de masa sintonizable objeto de la presente invención incluye adicionalmente una unidad de control conectada a la primera bobina del primer conjunto electromagnético y al primer electroimán del segundo conjunto electromagnético.

La unidad de control está configurada para:

- hacer variar una corriente eléctrica circulante por la primera bobina, haciendo variar con ello la frecuencia natural de oscilación del amortiguador de masa sintonizable, y;
- hacer variar una corriente eléctrica circulante por el primer electroimán, haciendo variar con ello el coeficiente de amortiguamiento del amortiguador de masa sintonizable.

De la manera descrita anteriormente, el amortiguador de masa sintonizable objeto de la invención está configurado para actuar sobre el primer conjunto electromagnético y sobre el segundo conjunto electromagnético, variando con ello los parámetros (frecuencia natural de oscilación y coeficiente de amortiguamiento) del amortiguador para adaptarse a los parámetros cambiantes de la estructura a la cual va acoplado el amortiguador.

Asimismo, de la manera descrita anteriormente, el amortiguador de masa sintonizable objeto de la invención está capacitado para actuar sobre los parámetros del amortiguador, incluso en lazo abierto (es decir, no necesariamente como respuesta a una entrada de datos procedente de sensores estructurales).

Según una forma de realización preferente del amortiguador de masa sintonizable objeto de la presente invención, el primer conjunto electromagnético comprende una segunda bobina unida al bastidor y un segundo imán permanente unido a la ménsula por una segunda cara de dicha ménsula enfrentada a la segunda bobina, de manera que el primer imán permanente y el segundo imán permanente están situados sobre caras opuestas de la ménsula.

Según esta forma de realización preferente, la ménsula incluye unos medios de unión del segundo imán permanente configurados para permitir la unión del segundo imán permanente en diferentes puntos a lo largo de la longitud de la ménsula.

Por su parte, según esta forma de realización preferente, el bastidor comprende unos segundos medios de fijación de la segunda bobina configurados para permitir la fijación de la segunda bobina en diferentes puntos a lo largo del bastidor.

Según esta forma de realización preferente, el primer conjunto electromagnético está configurado para que el segundo imán permanente y la segunda bobina estén dispuestos sin contacto entre sí y estén alineados entre sí perpendicularmente con respecto a la ménsula.

Asimismo, según esta forma de realización preferente, la unidad de control está conectada a la segunda bobina del primer conjunto electromagnético y está configurada para hacer variar una corriente eléctrica circulante por la segunda bobina,

haciendo variar con ello la frecuencia natural de oscilación del amortiguador de masa sintonizable.

También según una forma de realización preferente, el segundo conjunto
5 electromagnético incorpora un segundo electroimán anclado al bastidor mediante un
segundo anclaje. Este segundo electroimán está situado en correspondencia con una
segunda superficie de la placa amortiguadora y sin contacto con la placa
amortiguadora. De esta forma, el primer electroimán y el segundo electroimán del
segundo conjunto electromagnético están situados en correspondencia con caras
10 opuestas de la placa amortiguadora.

Según esta forma de realización preferente, la unidad de control está conectada al
segundo electroimán del segundo conjunto electromagnético y está configurada para
hacer variar una corriente eléctrica circulante por el segundo electroimán, haciendo
15 variar con ello el coeficiente de amortiguamiento del amortiguador de masa
sintonizable.

Tal y como ocurría con el primer electroimán, el segundo electroimán del segundo
conjunto electromagnético está dispuesto de tal forma que las líneas de campo
20 magnético inciden de forma perpendicular sobre la segunda superficie de la placa
amortiguadora.

Gracias al segundo conjunto electromagnético, cuando la ménsula entra en vibración
debido a una vibración de la estructura a la cual está unido el amortiguador de masa
25 sintonizable, se crearán unas corrientes de Foucault (o corrientes de Eddy) inducidas
sobre sendas superficies de la placa amortiguadora, debido al movimiento de ésta en
el seno de los campos magnéticos creados por cada electroimán.

El hecho mencionado en el párrafo anterior producirá un efecto tipo amortiguamiento
30 viscoso del movimiento vibratorio de la ménsula proporcional a la velocidad de
oscilación de la ménsula. Actuando sobre las corrientes circulantes por cada uno de
los electroimanes, se podrá ajustar este efecto de amortiguamiento viscoso
adaptándolo a las circunstancias estructurales y a los agentes externos actuantes
sobre la estructura.

De manera preferente, el amortiguador de masa sintonizable objeto de la presente invención incorpora un primer sensor de vibraciones que está unido a un primer punto de medición del bastidor. Este primer sensor de vibraciones está conectado a la unidad de control y está configurado para efectuar mediciones de vibración del bastidor y enviar dichas mediciones a la unidad de control. La unidad de control está configurada para actuar sobre el primer conjunto electromagnético (sobre cada bobina de éste) y sobre el segundo conjunto electromagnético (sobre cada electroimán de éste) en función de las mediciones efectuadas por el primer sensor de vibraciones.

También de manera preferente, el amortiguador de masa sintonizable incorpora un segundo sensor de movimiento o desplazamiento de la masa principal (este segundo sensor es preferentemente de tipo láser), donde dicho segundo sensor de movimiento está unido a un segundo punto de medición del bastidor y está conectado a la unidad de control, estando el segundo sensor configurado para efectuar mediciones de movimiento o desplazamiento de la masa principal y enviar dichas mediciones a la unidad de control. La unidad de control está configurada para actuar sobre el primer conjunto electromagnético (sobre cada bobina de éste) y sobre el segundo conjunto electromagnético (sobre cada electroimán de éste) en función de las mediciones efectuadas por el segundo sensor de movimiento o desplazamiento de la masa principal.

El amortiguador de masa sintonizable objeto de la presente invención puede incorporar unos medios de alimentación consistentes en al menos una batería, donde dicha batería puede estar conectada a un sistema de recarga solar.

Según una forma de realización preferente del amortiguador de masa sintonizable objeto de la presente invención, la unidad de control está conectada a cada bobina del primer conjunto electromagnético a través de un primer driver de potencia, y está conectada a cada electroimán del segundo conjunto electromagnético a través de un segundo driver de potencia.

La invención propuesta permite, mediante sus dos entradas de control independientes (es decir, mediante la actuación independiente sobre el primer conjunto electromagnético y/o sobre el segundo conjunto electromagnético), el ajuste tanto de la frecuencia natural de oscilación del amortiguador como del coeficiente de amortiguamiento de un amortiguador de masa sintonizado (TMD) al modo principal de

la estructura cuya vibración se desea atenuar, y donde el amortiguador de la invención se halla ubicado. Para ello la unidad de control del sistema procesa la vibración que la infraestructura sufre (aceleración), y en base a ella y a la estrategia de control implementada en la unidad de control, ajusta los niveles de las dos señales de control disponibles, de tal suerte que intenta mantener en todo momento el TMD en el punto óptimo de funcionamiento necesario, con independencia de las variaciones que la estructura pueda sufrir en su funcionamiento diario. Estas variaciones en sus parámetros podrían provocar que (en el caso de un TMD convencional) el TMD inicialmente instalado y ajustado (sintonizado), pudiera trabajar fuera de sintonía perdiendo prestaciones iniciales. Es precisamente sobre este punto sobre el cual incide la invención propuesta, llevando al TMD de nuevo al punto de buen funcionamiento.

Montado sobre un bastidor acoplable a la infraestructura objeto de interés, se dispone un TMD tipo péndulo consistente en una ménsula “empotrada” en uno de los extremos al bastidor, y en cuyo extremo libre tiene ubicada la masa principal.

Tanto la longitud, como la sección transversal, el material de la ménsula y la masa principal se eligen de acuerdo a la frecuencia objeto de interés.

A la masa principal se la acopla (lado opuesto a la ménsula) una placa amortiguadora, de geometría ejemplarmente rectangular (lo cual supone una masa adicional al TMD que debe ser considerada en los cálculos anteriores), de material metálico (preferentemente no magnético), de tal suerte que sus caras queden paralelas a la dimensión principal de la ménsula y el lado mayor perpendicular a la ménsula.

Preferentemente a ambos lados de la placa amortiguadora se disponen dos electroimanes enfrentados de longitud, diámetro, núcleo y número de espiras acorde al campo electromagnético necesario generar para amortiguar el movimiento de la masa principal mediante la aplicación de una de las señales de control disponibles. Estos electroimanes están unidos al bastidor en un punto fijo, no modificable, mediante los soportes correspondientes. Adicionalmente en dicho punto se podrá colocar al menos un imán permanente a una distancia de la placa tal que asegure el amortiguamiento mínimo necesario del TMD (el de sintonía con la estructura receptora) y así reducir el consumo de ambos electroimanes.

De forma similar se disponen preferentemente dos bobinas más, separadas en esta ocasión por la ménsula. Estas bobinas están fijadas al bastidor principal mediante soportes que permiten establecer su posición, a lo largo del eje central de la ménsula, de forma que el control de la frecuencia natural de oscilación sea realizable con menor
5 esfuerzo energético por parte de las bobinas citadas y la otra señal de control disponible.

Ambas bobinas se colocan preferentemente de tal modo que su eje longitudinal sea el mismo y perpendiculares a la ménsula. En la misma posición respecto de la ménsula
10 donde se ubiquen las bobinas, y colocados directamente sobre la ménsula, se disponen dos imanes permanentes (preferentemente de neodimio o similar). Las bobinas se sitúan respecto de los imanes a la distancia apropiada (simétrica e igual en ambas bobinas) para asegurar su correcto funcionamiento en la variación de la frecuencia de la vibración del conjunto mediante la señal de control correspondiente.

La invención propuesta permite mediante sus dos señales de control distintas y mediante sus sensores de vibración y de movimiento de la masa principal, el ajuste del amortiguamiento y frecuencia del TMD de forma automática (en lazo cerrado), y sin
15 contacto alguno entre las partes interactuantes, sin partes móviles (salvo el propio TMD), y sin operador a excepción de la fase de montaje y puesta a punto donde podrá alterarse la posición del conjunto bobina imanes bobina a lo largo del eje longitudinal de la ménsula. Al no inyectarse energía alguna a la estructura principal, solamente cambiar los parámetros del sistema TMD, no existe riesgo alguno de desestabilizar el conjunto. Tal y como ya se ha comentado, el amortiguador de masa sintonizable
20 puede trabajar con baterías y sistema de recarga solar, no siendo necesaria la conexión a red eléctrica alguna.

Breve descripción de las figuras

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una
30 mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente.

Figura 1: muestra una vista en alzado de una forma de realización del amortiguador de masa sintonizable objeto de la invención.

Figura 2: muestra una vista en planta del amortiguador de masa sintonizable mostrado en la Figura 1.

Figura 3: muestra una vista lateral del amortiguador de masa sintonizable mostrado en la Figura 1.

Figura 4: muestra una vista en perspectiva del amortiguador de masa sintonizable mostrado en la Figura 1.

Figura 5: muestra una posible forma de realización de las conexiones de la unidad de control del amortiguador de masa sintonizable objeto de la invención.

Descripción detallada

La presente invención se refiere, como ya se ha mencionado anteriormente, a un amortiguador de masa sintonizable.

Tal y como se aprecia en las figuras, sobre un bastidor (1) de forma ejemplarmente paralelepípedica, se coloca de forma la ménsula (3), unida por un primer extremo (31) a un soporte (2) del bastidor (1).

Una vez amarrada la ménsula (3) al bastidor (1), en proximidad a un segundo extremo (32) libre de la ménsula (3), se coloca la masa principal (4). Hecho esto se fija la placa amortiguadora (5).

En las posiciones disponibles sobre la ménsula (3), se ubican el primer imán permanente (7) y el segundo imán permanente (6) del primer conjunto electromagnético.

Por su parte, sobre unos primeros medios de fijación (11) y sobre unos segundos medios de fijación (10) del bastidor (1) se disponen respectivamente la primera bobina (8) y la segunda bobina (9) del primer conjunto electromagnético.

Tanto la primera bobina (8) como la segunda bobina (9) se fijan al bastidor (1), preferentemente en posiciones sobre la vertical de los imanes permanentes (6, 7).

El primer electroimán (12) y el segundo electroimán (13) del segundo conjunto electromagnético se unen respectivamente al primer anclaje (14) y al segundo anclaje (15), a una distancia mínima de la placa amortiguadora (5), pero evitando contacto físico en los movimientos verticales de la ménsula (3). En el segundo conjunto electromagnético cabe la posibilidad de disponer al menos un imán permanente adicional (no representado en las figuras) a una distancia de la placa amortiguadora (5) tal que asegure un nivel de amortiguamiento mínimo del TMD.

Finalmente, el primer sensor (16) de vibraciones y el segundo sensor (17) de movimiento se fijan al bastidor (1) respectivamente en un primer punto de medición (16') y en un segundo punto de medición (17').

El amortiguador de masa sintonizable objeto de la invención funciona de tal manera que mediante la tensión procedente de la unidad de control (18), a aplicar a la primera bobina (8) y a la segunda bobina (9) del primer conjunto electromagnético vía el driver (19) de potencia, se hace variar la corriente circulante por dichas primera bobina (8) y segunda bobina (9) y se ajusta la frecuencia de la oscilación del conjunto ménsula (3) y masa principal (4).

Por su parte, el amortiguamiento se gobierna mediante la tensión aplicada al primer electroimán (12) y al segundo electroimán (13) del segundo conjunto electromagnético vía el driver (20) de potencia, que hace variar las corrientes circulantes por dichos primer electroimán (12) y segundo electroimán (13).

Los valores de tensión a aplicar en cada caso dependen de la información procesada por la unidad de control (18) gracias a la información recabada del sistema por el primer sensor (16) de vibraciones y por el segundo sensor (17) de movimiento de la masa principal (4).

El amortiguador de masa sintonizable objeto de la presente invención puede ser empleado en cualquier estructura civil esbelta (pasarelas peatonales, puentes atirantados especialmente), con modos de vibración bajos (unos pocos Hercios) y niveles de vibración perceptibles por los usuarios. Para ello es necesario analizar la

estructura y localizar el punto de anclaje más apropiado, respetando las condiciones estéticas de la infraestructura y la accesibilidad al amortiguador de masa sintonizable para su montaje y posterior mantenimiento si necesario.

REIVINDICACIONES

1. Amortiguador de masa sintonizable que comprende un bastidor (1), una
ménsula (3) anclada por un primer extremo (31) al bastidor (1) mediante un
soporte (2) de la ménsula (3), una masa principal (4) situada en proximidad a
un segundo extremo (32) libre de la ménsula (3), un primer conjunto
electromagnético que comprende una primera bobina (8) unida al bastidor (1) y
un primer imán permanente (7) unido a la ménsula (3) por una primera cara de
dicha ménsula (3) enfrentada a la primera bobina (8), **caracterizado** por que
comprende un segundo conjunto electromagnético que a su vez comprende:

- una placa amortiguadora (5) metálica situada en correspondencia con el
segundo extremo (32) libre de la ménsula (3), y;

- un primer electroimán (12), anclado al bastidor (1) mediante un primer
anclaje (14), dicho primer electroimán (12) situado en correspondencia con
una primera superficie de la placa amortiguadora (5) y sin contacto con la
placa amortiguadora (5);

donde la ménsula (3) comprende medios de unión del primer imán permanente
(7), configurados para permitir la unión del primer imán permanente (7) en
diferentes puntos a lo largo de la longitud de la ménsula (3);

donde el bastidor (1) comprende unos primeros medios de fijación (11) de la
primera bobina (8), configurados para permitir la fijación de la primera bobina
(8) en diferentes puntos a lo largo del bastidor (1);

donde el primer conjunto electromagnético está configurado para que el primer
imán permanente (7) y la primera bobina (8) estén dispuestos sin contacto
entre sí y estén alineados entre sí perpendicularmente con respecto a la
ménsula (3);

donde el amortiguador de masa sintonizable adicionalmente comprende una
unidad de control (18) conectada a la primera bobina (8) del primer conjunto
electromagnético y al primer electroimán (12) del segundo conjunto
electromagnético;

donde la unidad de control (18) está configurada para:

- hacer variar una corriente eléctrica circulante por la primera bobina (8),
haciendo variar con ello la frecuencia natural de oscilación del amortiguador
de masa sintonizable, y;
- hacer variar una corriente eléctrica circulante por el primer electroimán (12),
haciendo variar con ello el coeficiente de amortiguamiento del amortiguador
de masa sintonizable.

2. Amortiguador de masa sintonizable según la reivindicación 1, **caracterizado**
por que el primer conjunto electromagnético comprende una segunda bobina
(9) unida al bastidor (1) y un segundo imán permanente (6) unido a la ménsula
(3) por una segunda cara de dicha ménsula (3) enfrentada a la segunda bobina
(9);

donde la ménsula (3) comprende medios de unión del segundo imán
permanente (6), configurados para permitir la unión del segundo imán
permanente (6) en diferentes puntos a lo largo de la longitud de la ménsula (3);

donde el bastidor (1) comprende unos segundos medios de fijación (10) de la
segunda bobina (9), configurados para permitir la fijación de la segunda bobina
(9) en diferentes puntos a lo largo del bastidor (1);

donde el primer conjunto electromagnético está configurado para que el
segundo imán permanente (6) y la segunda bobina (9) estén dispuestos sin
contacto entre sí y estén alineados entre sí perpendicularmente con respecto a
la ménsula (3);

donde la unidad de control (18) está conectada a la segunda bobina (9) del
primer conjunto electromagnético, y;

donde la unidad de control (18) está configurada para hacer variar una
corriente eléctrica circulante por la segunda bobina (9), haciendo variar con ello
la frecuencia natural de oscilación del amortiguador de masa sintonizable.

3. Amortiguador de masa sintonizable según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el segundo conjunto electromagnético comprende un segundo electroimán (13), anclado al bastidor (1) mediante un
5 segundo anclaje (15), dicho segundo electroimán (13) situado en correspondencia con una segunda superficie de la placa amortiguadora (5) y sin contacto con la placa amortiguadora (5); donde la unidad de control (18) está conectada al segundo electroimán (13) del segundo conjunto electromagnético, y; donde la unidad de control (18) está configurada para
10 hacer variar una corriente eléctrica circulante por el segundo electroimán (13), haciendo variar con ello el coeficiente de amortiguamiento del amortiguador de masa sintonizable.

4. Amortiguador de masa sintonizable según cualquiera de las reivindicaciones
15 anteriores, **caracterizado** por que comprende un primer sensor (16) de vibraciones unido a un primer punto de medición (16') del bastidor (1) y conectado a la unidad de control (18), donde el primer sensor (16) está configurado para efectuar mediciones de vibración del bastidor (1) y enviar dichas mediciones a la unidad de control (18), donde la unidad de control (18)
20 está configurada para actuar sobre el primer conjunto electromagnético y sobre el segundo conjunto electromagnético en función de las mediciones efectuadas por el primer sensor (16) de vibraciones.

5. Amortiguador de masa sintonizable según cualquiera de las reivindicaciones
25 anteriores, **caracterizado** por que comprende un segundo sensor (17) de movimiento de la masa principal (4), unido a un segundo punto de medición (17') del bastidor (1) y conectado a la unidad de control (18), donde el segundo sensor (17) está configurado para efectuar mediciones de movimiento de la masa principal (4) y enviar dichas mediciones a la unidad de control (18),
30 donde la unidad de control (18) está configurada para actuar sobre el primer conjunto electromagnético y sobre el segundo conjunto electromagnético en función de las mediciones efectuadas por el segundo sensor (17) de movimiento de la masa principal (4).

6. Amortiguador de masa sintonizable según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que la placa amortiguadora (5) es de metal no ferromagnético.
- 5 7. Amortiguador de masa sintonizable según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que comprende medios de alimentación consistentes en al menos una batería.
- 10 8. Amortiguador de masa sintonizable según la reivindicación 7, **caracterizado** por que los medios de alimentación comprenden un sistema de recarga solar para la batería.
- 15 9. Amortiguador de masa sintonizable según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que la unidad de control (18) está conectada a la primera bobina (8) del primer conjunto electromagnético a través de un primer driver (19) de potencia, y está conectada al primer electroimán (12) del segundo conjunto electromagnético a través de un segundo driver (20) de potencia.
- 20 10. Amortiguador de masa sintonizable según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9, **caracterizado** por que la unidad de control (18) está conectada a la segunda bobina (9) del primer conjunto electromagnético a través de un primer driver (19) de potencia.
- 25 11. Amortiguador de masa sintonizable según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 10, **caracterizado** por que la unidad de control (18) está conectada al segundo electroimán (13) del segundo conjunto electromagnético a través de un segundo driver (20) de potencia.
- 30 12. Amortiguador de masa sintonizable según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el segundo conjunto electromagnético comprende al menos un imán permanente situado a una distancia de la placa amortiguadora (5) tal que asegura un nivel mínimo de amortiguamiento.

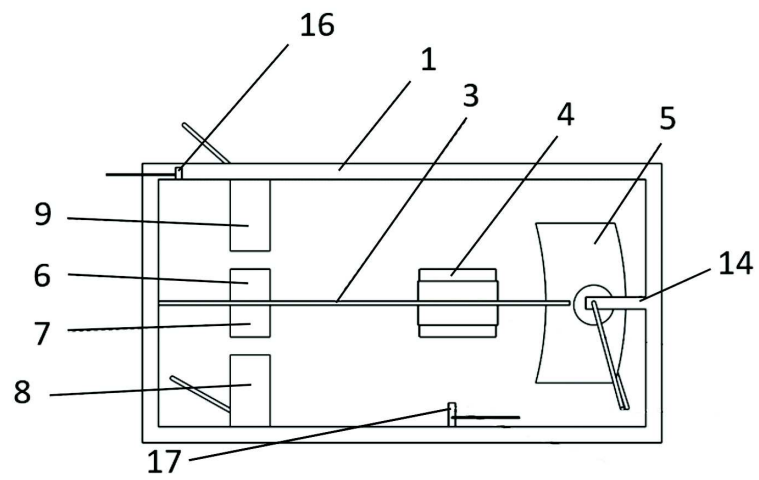


Fig. 1

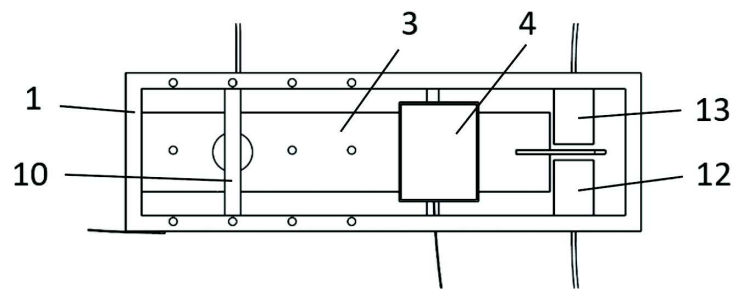


Fig. 2

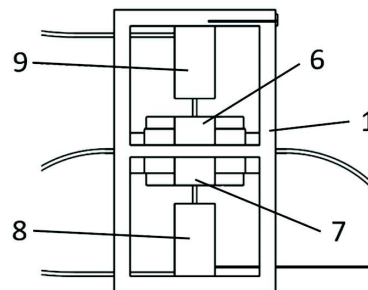


Fig. 3

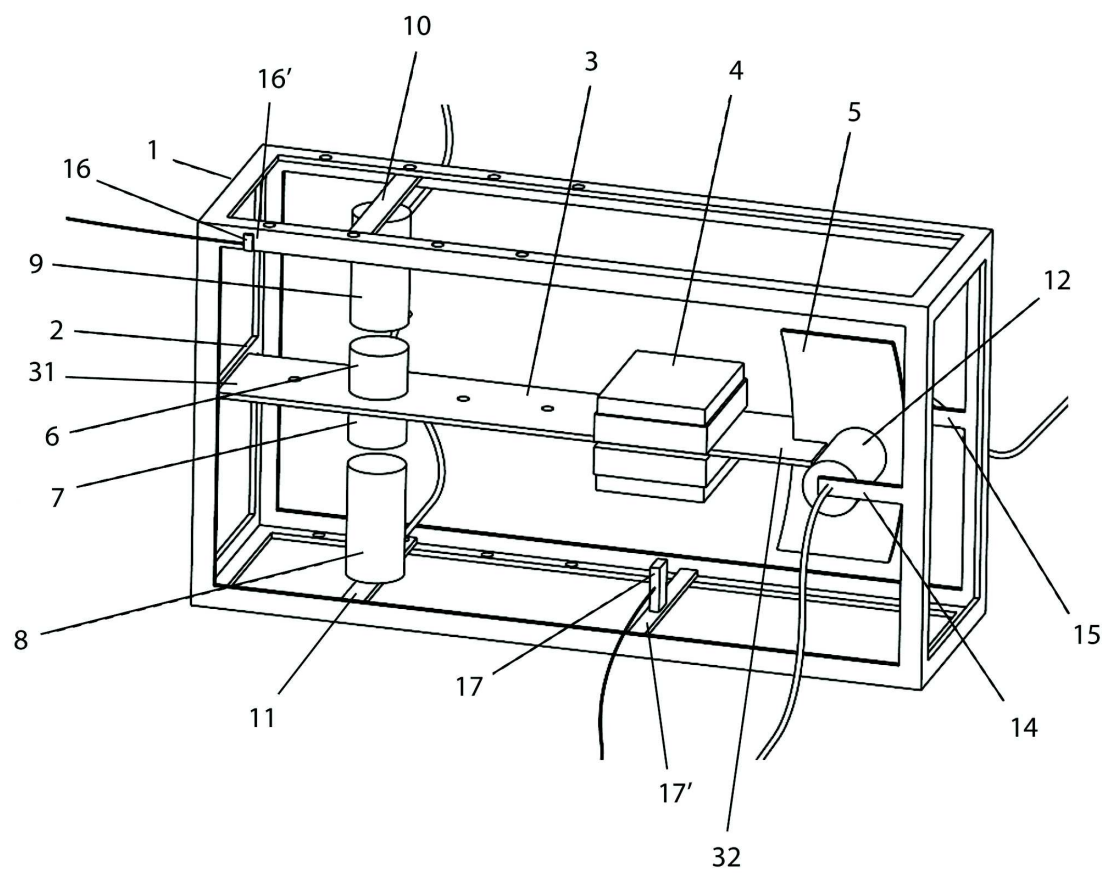


Fig. 4

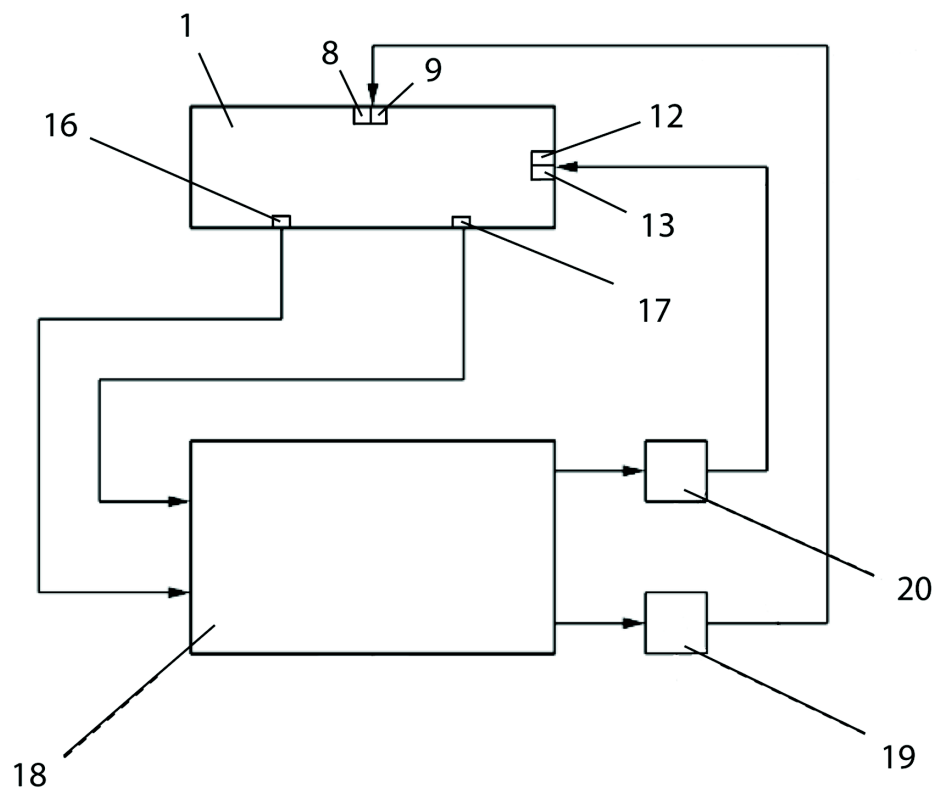


Fig. 5



- ②① N.º solicitud: 201730988
②② Fecha de presentación de la solicitud: 28.07.2017
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	ES 2390899 A1 (FUNDACION CARTIF) 19/11/2012, Todo el documento.	1-12
Y	CN 102031751 A (UNIV HUNAN) 27/04/2011, Todo el documento.	1-12
A	CN 105887661 A (UNIV HOHAI) 24/08/2016, resumen de la base de datos EPODOC, recuperado de EPOQUE.	1, 12

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
22.11.2018

Examinador
G. Barrera Bravo

Página
1/2

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

F16F7/10 (2006.01)

F16F15/03 (2006.01)

E04B1/98 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

F16F, E04B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI