

OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 372 095**

⑫ Número de solicitud: 200801342

⑬ Int. Cl.:
E01D 22/00 (2006.01)
E04B 1/98 (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫ Fecha de presentación: **30.04.2008**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **16.01.2012**

⑭ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
16.01.2012

⑰ Solicitante/s: **Universidad de Granada
Hospital Real
Cuesta del Hospicio, s/n
18071 Granada, ES
Universidad Jaume I y
Fundación Caminos de Hierro**

⑱ Inventor/es: **Museros Romero, Pedro;
Lavado Rodríguez, José;
Martínez Rodrigo, María Dolores;
Moliner Cabedo, Enma;
Castillo Linares, Alejandro y
Nasarre Ydegoicoechea, Jorge**

⑲ Agente: **No consta**

⑳ Título: **Sistema de reacondicionamiento de puentes mediante elementos de disipación pasiva.**

㉑ Resumen:

Sistema de reacondicionamiento de puentes mediante elementos de disipación pasiva, que comprende, al menos, una pluralidad de amortiguadores (5), apoyados en las vigas auxiliares (6) y anclados a las mismas; y donde las vigas auxiliares (6) se encuentran ancladas al paramento interior (3b) del alzado del estribo (3), y empotradas en el mismo.

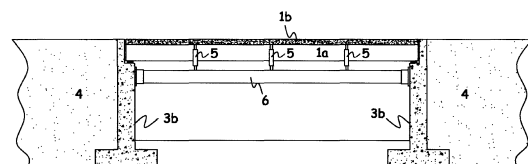


Fig.2

DESCRIPCIÓN

Sistema de reacondicionamiento de puentes mediante elementos de disipación pasiva.

5 Objeto de la invención

La presente invención describe un sistema de reacondicionamiento de puentes, particularmente de puentes de ferrocarril, mediante elementos de disipación pasiva con el objeto de reducir las vibraciones verticales inadmisibles, aumentando su amortiguamiento global, gracias a los disipadores fluido-viscosos (FVD) y disipadores visco-elásticos (VED).

Antecedentes de la invención

El comportamiento dinámico de puentes sometidos al paso de vehículos ferroviarios es un tema de creciente interés debido a la construcción de nuevas líneas de Alta Velocidad y a la posibilidad de un aumento en la velocidad de explotación de las líneas férreas existentes. Este tipo de trenes puede inducir fenómenos de resonancia en las estructuras de paso, especialmente en aquellas cuyos elementos resistentes principales son vigas simplemente apoyadas. El fenómeno resonante se produce cuando el tiempo de paso entre grupos de cargas consecutivos sobre una misma sección del puente es un múltiplo de alguno de sus períodos naturales. A medida que la velocidad de circulación se acerca a la de resonancia se produce un aumento de la amplificación dinámica de la respuesta que puede resultar en aceleraciones verticales inadmisibles. Éstas pueden empeorar el confort del viajero, desconsolidar la capa de balasto y, por consiguiente, aumentar las operaciones y el coste de mantenimiento e incluso incrementar el riesgo de descarrilamiento, tal y como han descrito miembros del Comité D-214 del European Rail Research Institute, como son L. Frýba (L. Frýba, *Dynamic behaviour of bridges due to high-speed trains*. Departamento de Engenharia Civil da FEUP, *Workshop Bridges for High-Speed Railways*, Porto, 2004, pp. 137-158) y F. Mancel (F. Mancel, *Cedypia: Analytical software for calculating dynamic effects on railway bridges*. *Fourth European Conference on Structural Dynamics Eurodyn '99*, Prague, 1999, pp. 675-680).

El reacondicionamiento de puentes o vigas sometidos a cargas móviles mediante elementos de disipación pasiva, ha sido tratado por varios autores. Kwon *et al.* (H. C. Kwon, M. C. Kim and I. W. Lee, “*Vibration control of bridges under moving loads*”, *Computers & Structures* Vol. 66, pp. 473-480, 1998) investigan la posibilidad de instalar amortiguadores de masa sintonizada (TMD) en la sección central de vanos de 30-40 metros de longitud en puentes continuos. Según estos autores, el desplazamiento vertical llega a reducirse en un 21% pero las aceleraciones apenas se ven modificadas, achacándolo a que el tiempo de paso de las composiciones no es suficiente para alcanzar el régimen de vibración requerido en el TMD. Wang *et al.* (J. F. Wang, C. C. Lin and B. L. Chen, “*Vibration suppression for high-speed railway bridges using tuned mass dampers*”, *International Journal of Solid and Structures* Vol. 40, pp. 465-491, 2003) a su vez estudian el reacondicionamiento con TMD de puentes con luces comprendidas entre 30 y 40 metros de la red de Alta Velocidad de Taiwán, sometidos a la circulación del I.C.E., el T.G.V. y el S.K.S. Concluyen que el sistema es eficaz sólo cuando las composiciones viajan a velocidades de resonancia, y analizan también los problemas de desintonización del amortiguador y la influencia de la variabilidad de las frecuencias del sistema al tener en cuenta la interacción vehículo estructura. Yau y Yang (J. D. Yau and Y. B. Yang, “*Vibration reduction for cablestayed bridges travelled by high-speed trains*”, *Finite Elements in Analysis and Design* Vol. 40, pp. 341-359, 2004) proponen la instalación de un sistema formado por varios TMD estando cada uno de ellos sintonizado a una frecuencia. Finalmente, Das y Dey (A. K. Das and S. S. Dey, “*Effects of tuned mass dampers on random response of bridges*”, *Computers & Structures* Vol. 43, pp. 745-750, 1992) estudian los efectos de instalar TMD en puentes sometidos a una excitación de tipo aleatorio.

Por otra parte, Minsili *et al.* (L. S. Minsili, T. Zhong, H. Xia and D. E. Manguelle, *Design and vibration control by friction dampers in truss bridges*, Botswana National Construction Industry Council, *2nd international conference on construction in developing countries: Challenges facing the construction industry in developing countries*, Bostwana, 2002) proponen la aplicación de Conexiones de Fricción en puentes metálicos para reducir las vibraciones debidas a cargas móviles y sísmicas. Señalan que esta alternativa da lugar a una reducción importante de los desplazamientos estructurales, pero que las aceleraciones verticales experimentadas por la estructura reacondicionada pueden ser incluso superiores debido a la naturaleza de las fuerzas adicionales introducidas.

Algunos autores proponen también el empleo de materiales viscoelásticos (VE). Choo *et al.* (J. F. Choo, H. M. Koh, S. C. Kang and B. S. Kim, *Vibration control of long-span high-speed railway bridges under periodic moving loading using viscoelastic damper*, International association for bridge and structural engineering, *Structures for high-speed railway transportation*, 2003) llevan a cabo un programa experimental de ensayos en el que tratan de reducir la respuesta dinámica de una viga simplemente apoyada aprovechando la energía disipada por un material acrílico sometido a deformaciones tangenciales conectado a ésta.

Además, varios autores han contribuido desde el punto de vista puramente teórico al estudio del tipo de sistemas que esta patente propone. Oliveto *et al.* (G. Oliveto, A. Santini and E. Tripodi, “*Complex modal analysis of a flexural vibrating beam with viscous end conditions*”, *Journal of Sound and Vibration*, Vol. 200, pp. 327-345, 1997) y Greco y Santini (A. Greco and A. Santini, “*Dynamic response of a flexural non-classically damped continuous beam under moving loadings*”, *Computers & Structures*, Vol. 80, pp. 1945-1953, 2002) resuelven el problema dinámico de una viga continua con dos amortiguadores rotacionales viscosos puros situados en ambos extremos, estando el sistema so-

metido a una única carga móvil puntual y empleando una extensión del método de superposición complejo. Oniszcuk (Z. Oniszcuk, "Free transverse vibrations of elastically connected simply supported double-beam complex system", *Journal of Sound and Vibration*, Vol. 232(2), pp. 387-403, 2000) presentó la solución de la vibración libre de un sistema de viga doble de tipo general (dos vigas en paralelo conectadas mediante una capa de material viscoelástico).

5 Vu *et al.* (H. V. Vu, A. M. Ordóñez, B. H. Karnopp, "Vibration of a double beam system", *Journal of Sound and Vibration*, Vol. 229(4), pp. 807-822, 2000) obtuvieron la solución para un sistema de viga doble formado por dos vigas idénticas y sometidas a la acción de una carga arbitraria. Oniszcuk (Z. Oniszcuk, "Forced transverse vibrations of an elastically connected complex simply supported double-beam system", *Journal of Sound and Vibration*, Vol. 264, pp. 273-286, 2003) resolvió el mismo problema que Vu *et al.* pero para vigas de tipo cualquiera y, finalmente, Abu-

10 Hilal (M. Abu-Hilal, "Dynamic response of a double Euler-Bernoulli beam due to a moving constant load", *Journal of Sound and Vibration*, Vol. 297, pp. 477-491, 2006) resolvió el movimiento de un sistema similar al considerado por Vu *et al.* ante el paso de una carga móvil.

En lo referente a las vigas auxiliares, existen trabajos anteriores donde se han analizado sistemas con vigas forma-

15 das por cajones metálicos biapoyados. Dichos cajones metálicos presentan dos inconvenientes; por un lado la corrosión, agravada por su ubicación bajo el tablero del puente, cercana muchas veces a ambientes muy húmedos (puentes sobre cauces, etc); por otro lado la frecuencia de la viga biapoyada, que no es muy elevada debido a sus condiciones de contorno y a que gran parte de la masa de la viga se encuentra formando parte de las dos alas que componen el cajón.

20 Descripción de la invención

Para paliar los problemas arriba mencionados, se presenta el sistema de reacondicionamiento de puentes mediante elementos de disipación pasiva, objeto de la presente invención. Dicho sistema consiste en un acoplamiento del dispositivo de amortiguamiento con la superestructura del puente que permite aumentar el amortiguamiento de los tableros

25 de puentes ferroviarios. Este sistema, además, comprende elementos de disipación pasiva, del tipo fluido-viscoso o visco-elástico, enlazados a vigas auxiliares situadas debajo del tablero del puente, estando dichas vigas auxiliares empotradas en los estribos.

El trabajo de este sistema permite reducir, a valores admisibles, las aceleraciones verticales que experimentan los

30 tableros de puentes al paso de trenes de alta velocidad.

Por otro lado, la acción del sistema evita la desconsolidación de la capa de balasto de la vía dispuesta sobre el tablero del puente y, por consiguiente, permite disminuir el coste de mantenimiento, así como el potencial riesgo de descarrilamiento del tren.

35

Además los amortiguadores que forman parte del sistema presentan una vida útil muy larga, permitiendo su trabajo durante un número de ciclos muy elevado. Esto hace que el coste de mantenimiento y sustitución de los mismos sea reducido.

40

En la presente invención las vigas auxiliares empleadas son de hormigón, presentando menos problemas de corrosión, biempotradas en lugar de biapoyadas, y su sección puede ser de dos tipos: una doble T, con la masa concentrada sobre todo en las alas, en las cuales se optimiza el binomio masa-inercia, consiguiendo una máxima frecuencia; o bien una sección de cajón que, a pesar de no poseer la mejor relación masa-inercia, no presenta problemas de corrosión y es la mejor opción en caso de que existan problemas de gálibo bajo el tablero, ya que en ella los amortiguadores

45 atraviesan el cajón ocupando el conjunto una altura reducida.

La conexión de todos los elementos se realizaría de la siguiente manera:

- unión de los amortiguadores con la cara inferior del tablero, mediante chapas, y anclajes, preferentemente

50 metálicos;

- disposición de la viga auxiliar de hormigón pretensado, orientada según la dirección del tablero, y en la cual se ancla cada amortiguador mediante una unión, también formada por chapas y anclajes metálicos;

55

- unión de los extremos de la viga auxiliar con la infraestructura del puente, es decir con los dos estribos, anclando la viga auxiliar al paramento interior del estribo.

Por cuestiones económicas y de espacio disponible bajo el tablero del puente, se busca optimizar la sección transversal de la viga auxiliar. La idea de biempotrar la viga a los estribos es la solución idónea pues se consigue la máxima

60 rigidez en la viga. Dicha unión se realiza empotrando los extremos de la viga auxiliar al paramento interior del estribo, materializando dicho empotramiento mediante chapas, cartelas y pernos metálicos. Preferentemente los elementos metálicos empleados son de acero inoxidable para evitar problemas de corrosión.

El funcionamiento del conjunto de la invención sería de la siguiente manera: el paso del tren hace vibrar el tablero, deformándose verticalmente; el tablero con su movimiento pone en carga los amortiguadores, que empiezan a actuar; los amortiguadores transmiten su carga a las vigas auxiliares, realizando el conjunto amortiguadores-vigas auxiliares su trabajo de disipación de energía; por último, las vigas auxiliares transmiten sus reacciones a la infraestructura del

65 puente (estribos) y de aquí al terreno.

Con el sistema así descrito se obtienen las siguientes ventajas:

- (i) los elementos de disipación pasiva disipan energía no sólo en bandas estrechas de frecuencia como es el caso de los TMD y por lo tanto no presentan los inconvenientes relacionados con la sintonización y resintonización;
- (ii) cualquier elemento cuya disipación energética se basa en procesos de fricción o plastificación necesariamente requiere de una sustitución periódica y da lugar a un aumento de los costes de mantenimiento; sin embargo algunos FVD y VED presentan hoy en día características técnicas que les permiten experimentar un número de ciclos muy elevados antes de tener que ser reemplazados;
- (iii) los FVD y VED consiguen reducir la aceleración vertical para casos de puentes donde dicha aceleración vertical presenta valores elevados.

15 Breve descripción de las figuras

A continuación se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

La figura 1 es una sección longitudinal en alzado de un puente a reacondicionar, donde se observa: un tablero 1 compuesto de vigas prefabricadas 1a con losa superior hormigonada *in situ* 1b; elementos de apoyo 2 bajo el tablero; estribos 3, donde se indica el paramento del intradós 3b del alzado del estribo; relleno del trasdós 4.

La figura 2 es una sección longitudinal en alzado de un puente a reacondicionar, donde se observa: vigas prefabricadas 1a; losa superior hormigonada *in situ* 1b; paramento del intradós 3b del alzado del estribo; tierra contenida por los estribos 4; amortiguadores 5; vigas auxiliares 6.

La figura 3 muestra la sección transversal en el centro de luz del tablero, para un primer modo de realización de la solución propuesta, donde se observa: vigas prefabricadas 1a; losa superior hormigonada *in situ* 1b; amortiguadores 5; vigas auxiliares 6.

La figura 4 muestra la sección transversal en el centro de luz del tablero, para un segundo modo de realización de la solución propuesta, donde se observa: vigas prefabricadas 1a; losa superior hormigonada *in situ* 1b; amortiguadores 5; vigas auxiliares 6; cartelas de apoyo de amortiguadores 17.

La figura 5 muestra la sección transversal en el centro de luz del tablero, para un tercer modo de realización de la solución propuesta, donde se observa: vigas prefabricadas 1a; losa superior hormigonada *in situ* 1b; amortiguadores 5; vigas auxiliares 6. En esta figura la viga (6) mostrada es una viga de cajón.

La figura 6 muestra un alzado longitudinal de la viga auxiliar 6, en este caso con perfil en forma de doble T, donde se observa: viga auxiliar 6; zona aligerada 6b; zona de transición 6c; zona extrema maciza 6d; cajón macho 15.

La figura 7 muestra la sección transversal de la zona aligerada de la viga auxiliar, en este caso con perfil en forma de doble T, donde se observa: ala superior 7a; ala inferior 7b; alma 7c.

La figura 8 muestra la sección transversal de la zona de transición de la viga auxiliar, en este caso con perfil en forma de doble T, donde se observa: ala superior 7a; ala inferior 7b; alma 7c.

La figura 9 muestra la sección transversal de la zona extrema maciza de la viga auxiliar, en este caso con perfil en forma de doble T, donde se observa: cajón macho 15; elementos de sujeción 16.

La figura 10 muestra un alzado longitudinal de la viga auxiliar, en este caso viga de cajón, donde se observa: viga auxiliar 6; zona aligerada 6b; zona extrema maciza 6d; cajón macho 15.

La figura 11 muestra la sección transversal de la zona aligerada de la viga auxiliar, en este caso viga de cajón, donde se observa: ala superior 7a; ala inferior 7b; almas 7c.

La figura 12 muestra la sección transversal de la zona extrema maciza de la viga auxiliar, en este caso viga de cajón, donde se observa: cajón macho 15; elementos de sujeción 16.

La figura 13 muestra un alzado frontal del anclaje de la viga auxiliar, en su zona aligerada, a la losa superior donde se observa: Losa hormigonada *in situ* 1b; amortiguador 5; ala superior 7a; elementos de sujeción 8a; bulón 8b; bulón 8c; elementos de sujeción 8d; placa metálica horizontal 9a; chapas verticales 9b; chapas verticales 9c; placa horizontal 9d; chapas horizontales 9e.

La figura 14 muestra un alzado lateral del anclaje de la viga auxiliar, en su zona aligerada, a la losa superior donde se observa: losa superior hormigonada *in situ* 1b; amortiguador 5; ala superior 7a; elementos de sujeción 8a; bulón 8b;

bulón 8c; elementos de sujeción 8d; placa horizontal 9a; chapas verticales 9b; chapas verticales 9c; placa horizontal 9d; chapas horizontales 9e.

La figura 15 muestra un alzado frontal del anclaje de la viga auxiliar, en su zona aligerada, a la losa superior donde se observa: losa superior hormigonada *in situ* 1b; amortiguadores 5; alma 7c; elementos de sujeción 8a; bulones 8b; bulones 8e; tornillos 8f; mediante elementos de sujeción 8g; placas horizontales 9a; chapas verticales 9b; angulares metálicos 9f, cartelas de apoyo de amortiguadores 17.

La figura 16 muestra un alzado lateral del anclaje de la viga auxiliar, en su zona aligerada, a la losa superior donde se observa: losa superior hormigonada *in situ* 1b; amortiguadores 5; alma 7c; elementos de sujeción 8a; bulones 8b; bulones 8e; tornillos 8f; mediante elementos de sujeción 8g; placas horizontales 9a; chapas verticales 9b; angulares metálicos 9f, cartelas de apoyo de amortiguadores 17.

La figura 17 muestra una sección transversal del anclaje de la viga auxiliar, en su zona aligerada, a la losa superior donde se observa: losa superior hormigonada *in situ* 1b; amortiguador 5; zona aligerada 6b de la viga auxiliar; ala superior 7a; ala inferior 7b; elementos de sujeción 8a; bulón 8b; bulón 8c; elementos de sujeción 8d; placa horizontal 9a; chapas verticales 9b; chapas verticales 9c; placas horizontales 9d; placa horizontal 9e; orificio circular practicado en el ala superior de la viga auxiliar 18; orificio circular practicado en el ala inferior de la viga auxiliar 19; macizado de hormigón 20.

La figura 18 muestra una sección longitudinal del anclaje de la viga auxiliar, en su zona aligerada, a la losa superior donde se observa: losa superior hormigonada *in situ* 1b; amortiguador 5; zona aligerada 6b de la viga auxiliar; ala superior 7a; ala inferior 7b; elementos de sujeción 8a; bulón 8b; bulón 8c; elementos de sujeción 8d; placa horizontal 9a; chapas verticales 9b; chapas verticales 9c; placas horizontales 9d; placa horizontal 9e; orificio circular practicado en el ala superior de la viga auxiliar 18; orificio circular practicado en el ala inferior de la viga auxiliar 19; macizado de hormigón 20.

La figura 19 muestra una vista en perspectiva donde se observa: paramento interior del alzado del estribo 3b; cajón hembra 10; chapa metálica frontal 11; chapa inferior 12a; chapas laterales 12b; chapa superior 12c; chapas rigidizadoras 13; elementos de conexión 14.

La figura 20 muestra una vista frontal donde se observa: cajón hembra 10; chapa frontal 11; chapa inferior 12a; chapas metálicas laterales 12b; chapa superior 12c; chapas rigidizadoras 13; elementos de conexión 14.

La figura 21 muestra un alzado lateral donde se observa: cajón hembra 10; chapa frontal 11; chapa inferior 12a; chapas laterales 12b; chapa superior 12c; chapas rigidizadoras 13; elementos de conexión 14.

La figura 22 muestra una vista en perspectiva donde se observa: viga auxiliar 6; zona aligerada 6b; zona de transición 6c; cajón hembra 10; chapa frontal 11; chapas laterales 12b; chapa superior 12c; chapas rigidizadoras 13; elementos de conexión 14; cajón macho 15.

La figura 23 muestra una vista en perspectiva donde se observa: viga auxiliar 6; zona aligerada 6b; cajón hembra 10; chapa frontal 11; chapas laterales 12b; chapa superior 12c; chapas rigidizadoras 13; elementos de conexión 14; cajón macho 15.

Descripción detallada de la invención

De forma general, la invención propuesta se lleva a cabo de la siguiente manera:

Normalmente, un puente (Figura 1) tipo de ferrocarril a reacondicionar, tiene un solo vano, de un tablero (1) apoyado en dos estribos (3). El tablero (1) se compone de unas vigas prefabricadas (1a) y una losa de hormigón (1b), que se hormigona *in situ* y está ubicada sobre las vigas prefabricadas. El apoyo de las vigas prefabricadas (1a) en los estribos (3) se realiza a través de elementos de apoyo (2), preferentemente fabricados en neopreno, y tras los estribos (3) se sitúa un terraplén de tierras (4) contenidas por los propios estribos (3).

El sistema de reacondicionamiento objeto de la invención (Figura 2) comprende, al menos, una pluralidad de amortiguadores (5), situados bajo el tablero (1) según el proceso de optimización del proyecto de reacondicionamiento del puente y donde dichos amortiguadores (5) se anclan, en su parte superior a la cara inferior de la losa de hormigón (1b) del tablero (1).

Los amortiguadores (5) se apoyan en unas vigas auxiliares (6), mostradas en la figura 1 con forma de doble T, anclados a las y donde dichas vigas auxiliares (6), se encuentran ancladas al paramento interior (3b) del alzado del estribo (3), empotradas en él.

Las vigas auxiliares (6) tienen una zona aligerada (6b), cuyo perfil se puede apreciar en la figura 7, en la que el alma (7c) de la viga es más estrecha. A medida que se acerca a sus extremos, a lo largo de la denominada zona de transición (6c), el grosor del alma aumenta (figura 8) y en sus extremos la sección se transforma en maciza, parte de la viga que hemos denominado “zona extrema maciza” (6d). La sección de esta zona se puede ver en la figura 9.

ES 2 372 095 A1

La sección de la viga se maciza en su extremo con objeto de conseguir una transmisión efectiva del cortante, y asimismo materializar correctamente el empotramiento de la viga auxiliar (6) con el cajón hembra (10) como se puede observar en la figura 23.

Abrazando la zona extrema maciza (6d) se dispone un cajón macho (15), a modo de collarín, como se aprecia en la figura 12. Dicho cajón macho (15) se coloca en taller, en el momento de fabricar la viga. Interiormente al cajón se unen, preferentemente soldados, elementos de sujeción (16), que quedarán embebidos en el hormigón vertido en taller para fabricar la viga, garantizando de este modo que la sección maciza de la viga (6d) quede empotrada en el cajón macho (15).

El enlace del amortiguador (5) con la losa de hormigón (1b) se materializa de la siguiente forma: el amortiguador (5) dispone en su parte superior de un orificio pasante, atravesado por un bulón (8b) que atraviesa al mismo tiempo dos orificios pasantes practicados en dos chapas verticales (9b), formando una orejeta. Dichas chapas verticales (9b) se unen a una placa horizontal (9a), que va anclada por su cara inferior a la losa de hormigón (1b), mediante elementos de sujeción (8a), preferentemente pernos.

Por otro lado, el enlace del amortiguador (5) con la sección aligerada (6b) de la viga auxiliar se puede llevar a cabo de diferentes formas, en función del tipo de viga empleado, como se muestra en los distintos modos de realización.

El conjunto de chapas y bulones se dimensionan con objeto de que su deformación sea despreciable, posibilitando la entrada en carga y correcto funcionamiento del amortiguador. Las placas (9a), (9d) y (9e) y chapas (9b), (9c), (12a), (12b), (12c) y (13) son, preferentemente, metálicas.

Las figuras 3, 4 y 5 muestran distintas disposiciones de los amortiguadores y las vigas auxiliares, mientras que las figuras 13, 14, 15, 16, 17 y 18 permiten observar distintas formas de anclaje que se detallan en los distintos modos de realización de la invención.

Las vigas auxiliares se fijan a los paramentos interiores del puente (3b) empotrando (Figuras 22 ó 23) sus dos extremos en un cajón hembra (10).

Como se puede apreciar en las figuras 19, 20 y 21. El cajón hembra (10) se compone de una chapa inferior (12a), dos chapas laterales (12b) y una chapa superior (12c). Estas cuatro chapas van unidas entre sí. A su vez estas cuatro chapas se enlazan con una chapa frontal (11), que va anclada al paramento interior (3b) del alzado del estribo. Para garantizar el empotramiento del cajón hembra (10) con el paramento interior (3b) del alzado del estribo se emplean al mismo tiempo chapas rigidizadoras (13), dispuestas en la parte superior y en la parte inferior del cajón hembra (10). Dichas chapas rigidizadoras (13) se unen a la chapa superior (12c), a la chapa inferior (12a) y a la chapa frontal (11). En la figura 20 se muestra una vista frontal del cajón hembra (10), y en la figura 21 se muestra un alzado lateral del cajón hembra (10), con los mismos elementos descritos en la figura 19.

Modos de realización de la invención

Un primer modo de realización para el que se han empleado vigas auxiliares con perfil en forma de doble T, se muestra en la figura 3. En esta solución se emplean una pluralidad de amortiguadores (5) que apoyan directamente encima del ala superior (7a) de una viga auxiliar (6), en su zona aligerada (6b), como se muestra en la figura 7.

Como primera operación de montaje en obra, se empotran las vigas auxiliares a los paramentos interiores del puente (3b) empotrando (figura 22) sus dos extremos en un cajón hembra (10).

El enlace (figuras 12 y 13) del amortiguador (5) con la losa superior del tablero (1b) se realiza de la forma descrita anteriormente, mientras que el enlace del amortiguador (5) con viga auxiliar se realiza, en su la zona aligerada de la viga (figura 6, 6b) de la siguiente manera: el amortiguador (5) dispone en su parte inferior de un orificio pasante, atravesado por un bulón (8c); dicho bulón (8c) atraviesa al mismo tiempo dos orificios pasantes practicados en dos chapas verticales (9c) que forman una orejeta; dichas chapas verticales (9c) se unen, preferentemente soldadas, a una placa horizontal (9d), que va anclada por su cara superior al ala superior (7a) de la viga auxiliar en su zona aligerada (6b), mediante elementos de sujeción (8d), preferentemente pernos, que atraviesan completamente el ala superior (7a) de la zona aligerada (6b) de la viga auxiliar, fijados en su extremo inferior a una placa metálica horizontal (9e).

Un segundo modo de realización (figura 4) de la solución propuesta, utilizando también vigas con perfil en forma de doble T, se lleva a cabo mediante el empleo de una pluralidad de amortiguadores (5) que apoyan por ambos lados de la viga auxiliar (6, a través de cartelas (17). Dicho apoyo se realiza en su zona aligerada (6b) como se puede observar en la figura 7.

De nuevo, como primera operación de montaje en obra, se empotran las vigas auxiliares a los paramentos interiores del puente (3b) empotrando (figura 22) sus dos extremos en un cajón hembra (10).

En las figuras 15 y 16 se materializa el enlace del amortiguador (5) con la losa superior del tablero (1b) y con la viga auxiliar (6). El enlace de cada amortiguador (5) con la losa superior del tablero (1b) se materializa de la forma previamente descrita. El enlace del amortiguador (5) con la zona aligerada (6b) de la viga auxiliar se materializa de

la siguiente manera: el amortiguador (5) dispone en su parte inferior de un orificio pasante, atravesado por un bulón (8e); dicho bulón (8e) atraviesa al mismo tiempo dos orificios pasantes practicados en las cartelas (17); cada una de las cartelas (17) se une a un angular metálico (9f) que va anclado al alma (7c) de la viga auxiliar en su zona aligerada (6b). La unión de la cartela (17) y el angular metálico (9f) se materializa mediante tornillos (8f); la unión del angular metálico (9f) y el alma (7c) de la viga auxiliar se materializa mediante elementos de sujeción (8g), preferentemente pernos.

El conjunto de chapas, tornillos, pernos y bulones se dimensionan con objeto de que su deformación sea despreciable, posibilitando la entrada en carga y correcto funcionamiento del amortiguador.

Modo de realización preferido

El modo de realización preferido representado en la figura 5 se materializa mediante el empleo de vigas de cajón cerrado. En este caso, los amortiguadores (5) que se conectan con el ala inferior (7b) de la viga auxiliar (6), en su zona aligerada (6b) (ver figura 11). La sección se maciza igualmente en su extremo dando lugar a la denominada zona extrema maciza (6d) (ver figura 12).

De nuevo, como primera operación de montaje en obra, se empotran las vigas auxiliares a los paramentos interiores del puente (3b) empotrando (figura 23) sus dos extremos en un cajón hembra (10).

El enlace del amortiguador (5) con la losa superior del tablero (1b) realiza de la forma descrita anteriormente. El enlace del amortiguador (5) con la viga auxiliar (6) se realiza, en su zona aligerada (figura 10, 6b), de la siguiente manera (ver figuras 17 y 18): El amortiguador (5) dispone en su parte inferior de un orificio pasante, atravesado por un bulón (8c); dicho bulón (8c) atraviesa al mismo tiempo dos orificios pasantes practicados en dos chapas verticales (9c) que forman una orejeta; dichas chapas verticales (9c) se unen a una placa horizontal (9e), que va anclada por su cara inferior al ala inferior (7b) de la viga auxiliar en su zona aligerada (6b), mediante pernos de anclaje (8d); estos pernos (8d) atraviesan completamente el ala inferior (7b) de la sección aligerada (6b) de la viga auxiliar; la sujeción superior se realiza en la cara superior de un pequeño macizado de hormigón (20) interior al cajón, a través de unas placas horizontales (9d); dicho macizado de hormigón se hormigona en taller con objeto de que la fuerza puntual introducida por el anclaje del amortiguador (5) no produzca deformaciones locales en el ala inferior (7b).

Para posibilitar su montaje, inspección y sustitución, el amortiguador atraviesa la sección del cajón a través de dos aberturas practicadas en taller, una abertura (18) en el ala superior (7a), y otra abertura (19) ejecutada en el ala inferior (7b) y en el macizado (20).

De nuevo, el conjunto de chapas, pernos y bulones se dimensionan con objeto de que su deformación sea despreciable, posibilitando la entrada en carga y correcto funcionamiento del amortiguador.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de reacondicionamiento de puentes mediante elementos de disipación pasiva, **caracterizado** porque comprende, al menos:
 - una pluralidad de amortiguadores (5), apoyados en las vigas auxiliares (6) y anclados a las mismas; y donde las vigas auxiliares (6) se encuentran ancladas al paramento interior (3b) del alzado del estribo (3), y empotradas en el mismo.
2. Sistema de reacondicionamiento de puentes mediante elementos de disipación pasiva, según reivindicación 1, **caracterizado** porque los amortiguadores (5) se anclan, en su parte superior, a la cara inferior de la losa (1b) del tablero (1).
3. Sistema de reacondicionamiento de puentes mediante elementos de disipación pasiva, según reivindicación cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque las vigas auxiliares (6) comprenden una zona aligerada (6b); y donde los extremos de dicha viga auxiliar (6) son macizos (6d).
4. Sistema de reacondicionamiento de puentes mediante elementos de disipación pasiva, según reivindicación 3, **caracterizado** porque los extremos macizos (6d) de la viga auxiliar (6) se encuentran abrazados por un cajón macho (15) a modo de collarín.
5. Sistema de reacondicionamiento de puentes mediante elementos de disipación pasiva, según reivindicaciones 3 ó 4, **caracterizado** porque los amortiguadores (5) se conectan con el ala inferior (7b) de la viga auxiliar (6) en su zona aligerada (6b).
6. Sistema de reacondicionamiento de puentes mediante elementos de disipación pasiva, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque la viga auxiliar (6) se empotra en un cajón hembra (10) anclado al paramento interior (3b) del alzado del estribo (3).
7. Sistema de reacondicionamiento de puentes mediante elementos de disipación pasiva, según reivindicación 6, **caracterizado** porque el cajón hembra (10) comprende, al menos:
 - una chapa inferior (12a), dos chapas laterales (12b) y una chapa superior (12c), unidas entre sí; y enlazadas con una chapa frontal (11), que va anclada al paramento interior (3b) del alzado del estribo (3); y donde además comprende una pluralidad de chapas rigidizadoras (13), dispuestas en la parte superior y en la parte inferior del cajón hembra (10), uniéndose dichas chapas rigidizadoras (13) a la chapa superior (12c), a la chapa inferior (12a) y a la chapa frontal (11).
8. Sistema de reacondicionamiento de puentes mediante elementos de disipación pasiva, según reivindicaciones 3 ó 4, **caracterizado** porque los amortiguadores (5) apoyan directamente sobre el ala superior (7a) de la viga auxiliar (6), en su zona aligerada (6b).
9. Sistema de reacondicionamiento de puentes mediante elementos de disipación pasiva, según reivindicación 8, **caracterizado** porque el amortiguador (5) dispone en su parte inferior de un orificio pasante, atravesado por un bulón (8c); dicho bulón (8c) atraviesa al mismo tiempo dos orificios pasantes practicados en dos chapas verticales (9c) que forman una orejeta; donde dichas chapas verticales (9c) se unen a una primera placa horizontal (9d), que va anclada por su cara inferior al ala superior (7a) de la viga auxiliar en su sección aligerada (6b) mediante elementos de sujeción (8d) que atraviesan completamente el ala superior (7a) de la zona aligerada (6b) de la viga auxiliar, fijados en su extremo inferior a una placa metálica horizontal (9e).
10. Sistema de reacondicionamiento de puentes mediante elementos de disipación pasiva, según reivindicación 3, **caracterizado** porque los amortiguadores (5) apoyan por ambos lados de la viga auxiliar (6), a través de una pluralidad de cartelas (17), y donde dicho apoyo se realiza en la zona aligerada (6b).
11. Sistema de reacondicionamiento de puentes mediante elementos de disipación pasiva, según reivindicación anterior, **caracterizado** porque cada amortiguador (5) dispone en su parte inferior de un orificio pasante, atravesado por un bulón (8e); dicho bulón (8e) atraviesa al mismo tiempo dos orificios pasantes practicados en las cartelas (17); cada una de las cartelas (17) se une a un angular metálico (9f) que va anclado al alma (7c) de la viga auxiliar en su zona aligerada (6b). La unión de la cartela (17) y el angular metálico (9f) se materializa mediante tornillos (8f); la unión del angular metálico (9f) y el alma (7c) de la viga auxiliar se materializa mediante elementos de sujeción (8g).
12. Sistema de reacondicionamiento de puentes mediante elementos de disipación pasiva, según reivindicaciones 4 u 8, **caracterizado** porque el amortiguador (5) dispone en su parte inferior de un orificio pasante, atravesado por un bulón (8c); dicho bulón (8c) atraviesa al mismo tiempo dos orificios pasantes practicados en dos chapas verticales (9c) que forman una orejeta; donde dichas chapas verticales (9c) se unen a una primera placa (9e), que va anclada por su cara inferior al ala inferior (7b) de la viga auxiliar en su sección aligerada (6b) mediante elementos de sujeción (8d); estos elementos de sujeción (8d) atraviesan completamente el ala inferior (7b) de la sección aligerada (6b) de la viga

ES 2 372 095 A1

auxiliar; la sujeción superior se realiza en la cara superior de un pequeño macizado de hormigón (20) interior al cajón, a través de unas segundas placas (9d).

13. Sistema de reacondicionamiento de puentes mediante elementos de disipación pasiva, según reivindicación 8, **caracterizado** porque el amortiguador (5) dispone en su parte superior de un orificio pasante, atravesado por un bulón (8b); dicho bulón (8b) atraviesa al mismo tiempo dos orificios pasantes practicados en dos chapas metálicas verticales (9b), formando una orejeta; dichas chapas verticales (9b) se unen, preferentemente soldadas, a una placa metálica horizontal (9a), que va anclada por su cara inferior a la losa de hormigón *in situ* (1b) del tablero, mediante elementos de sujeción (8a).

14. Sistema de reacondicionamiento de puentes mediante elementos de disipación pasiva, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque los amortiguadores (5) comprenden disipadores fluido-viscosos FVD.

15. Sistema de reacondicionamiento de puentes mediante elementos de disipación pasiva, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque los amortiguadores (5) comprenden disipadores visco-elásticos VED.

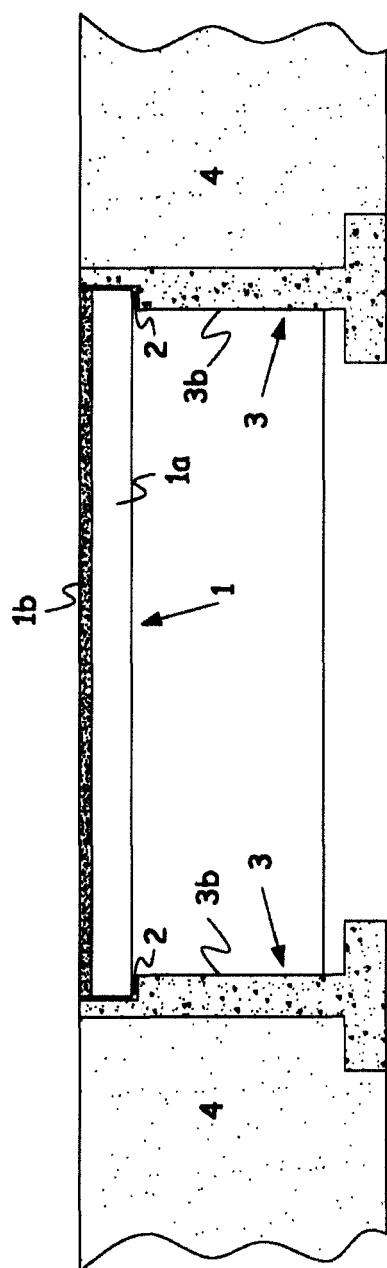


Fig.1

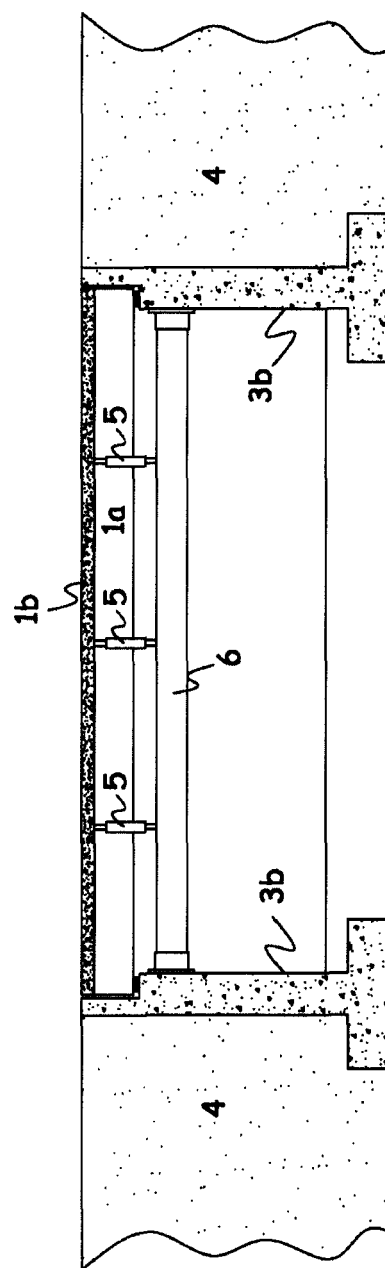
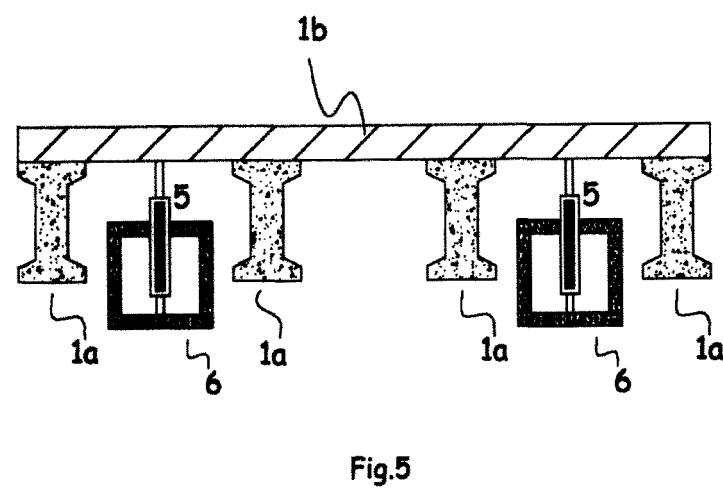
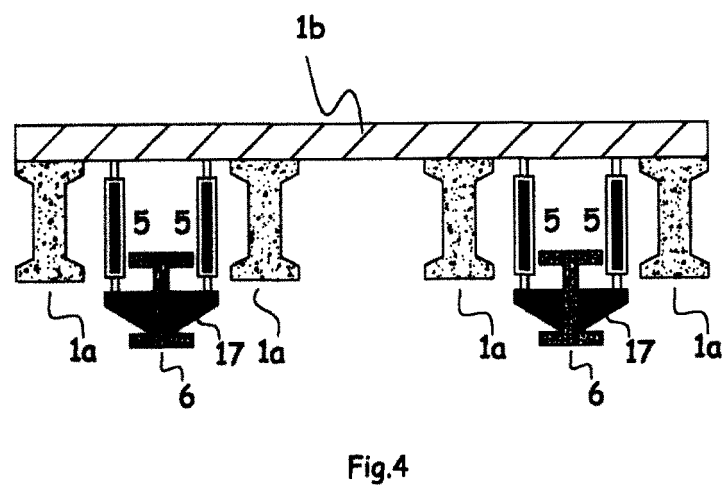
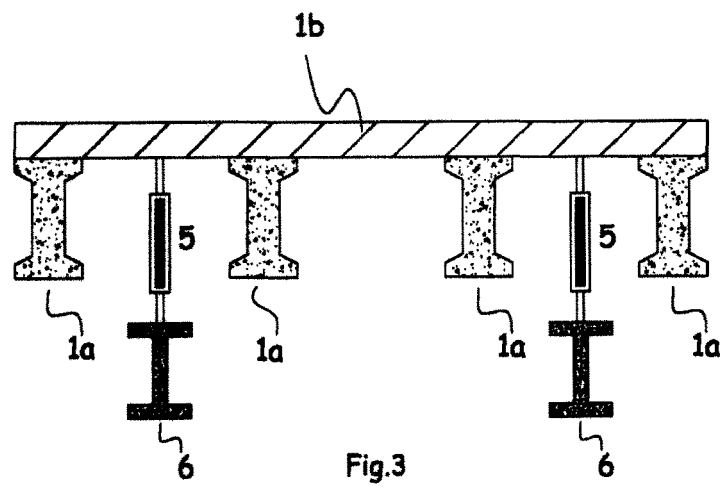


Fig.2



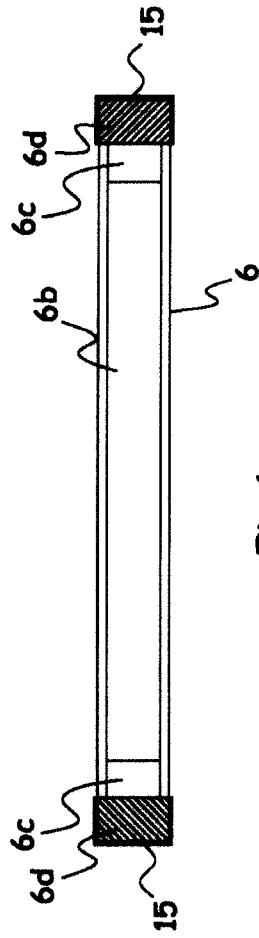


Fig. 6

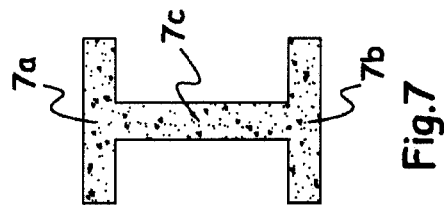


Fig. 7

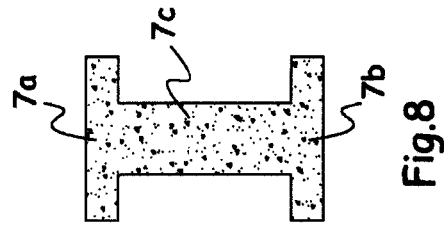


Fig. 8

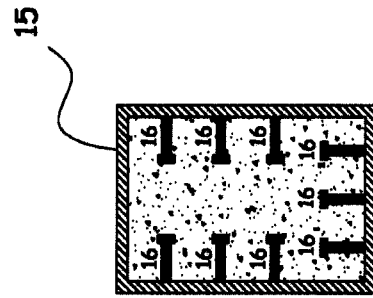
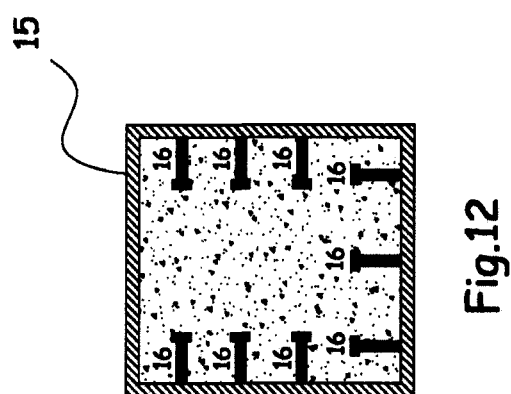
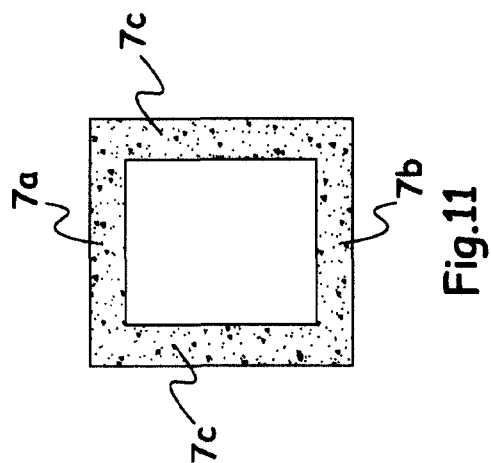
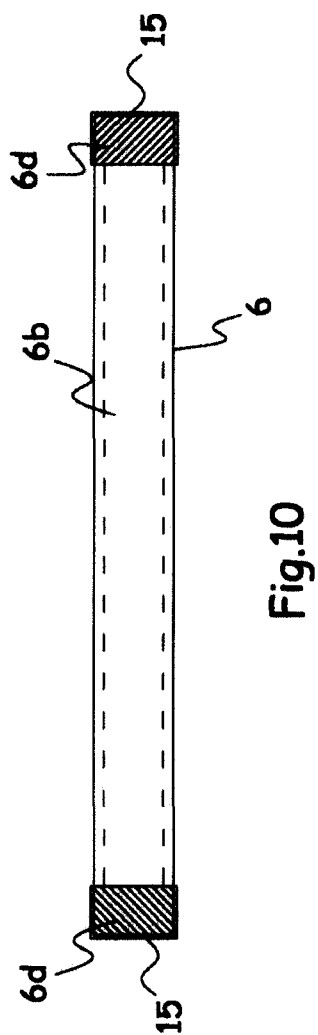


Fig. 9



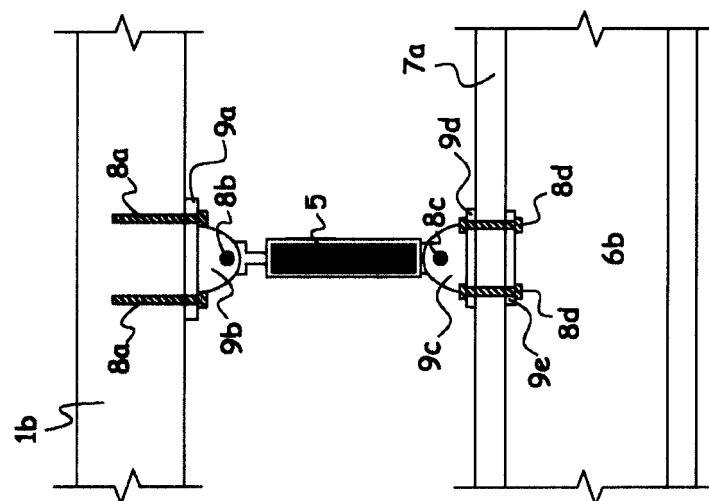


Fig.14

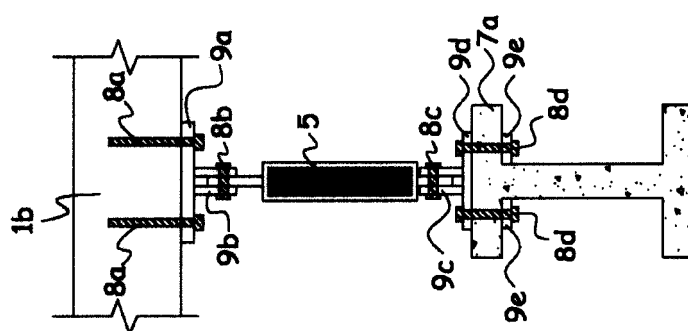


Fig.13

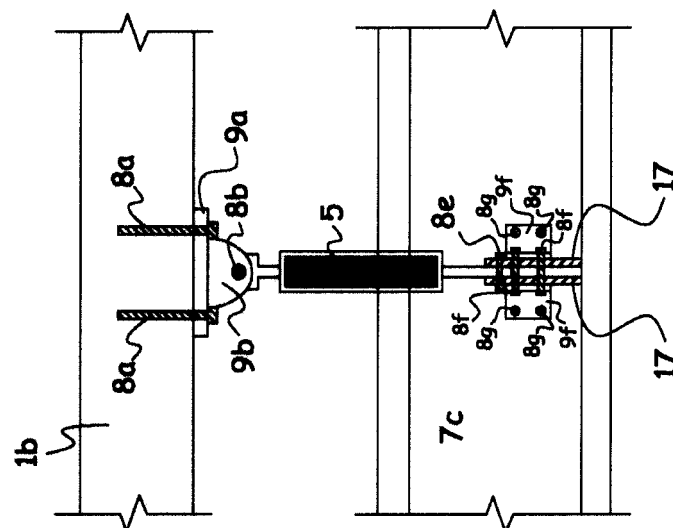


Fig.15

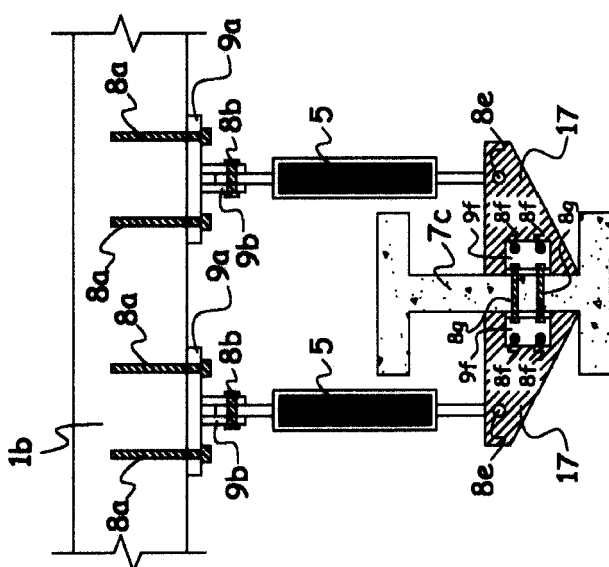


Fig.16

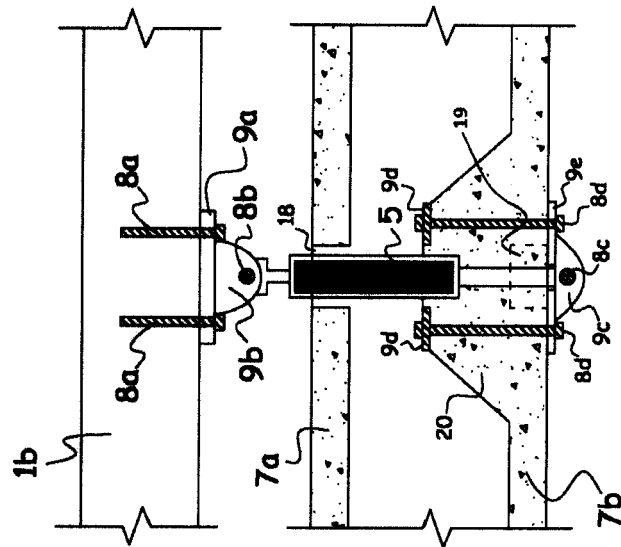


Fig.17

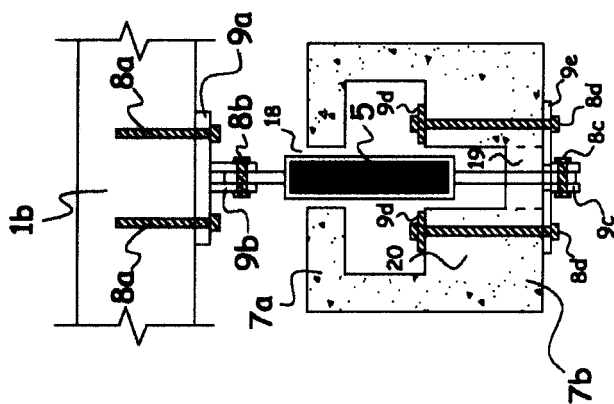


Fig.18

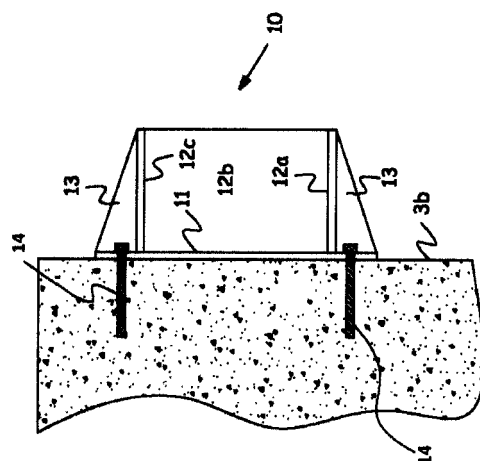


Fig. 21

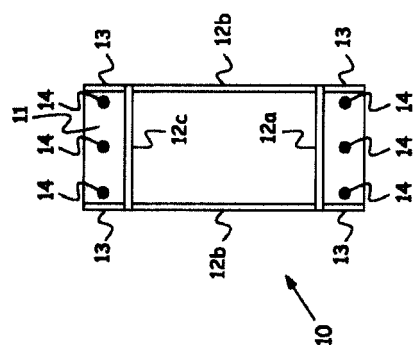


Fig. 20

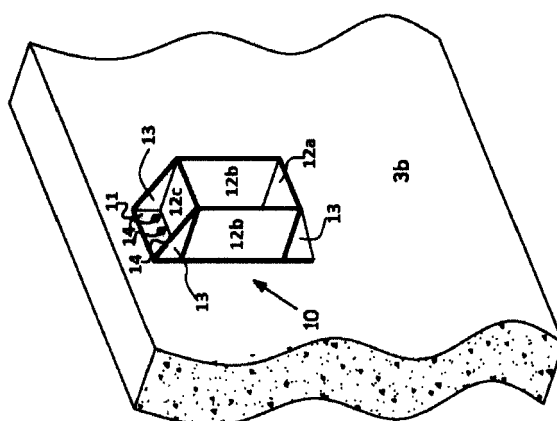


Fig. 19

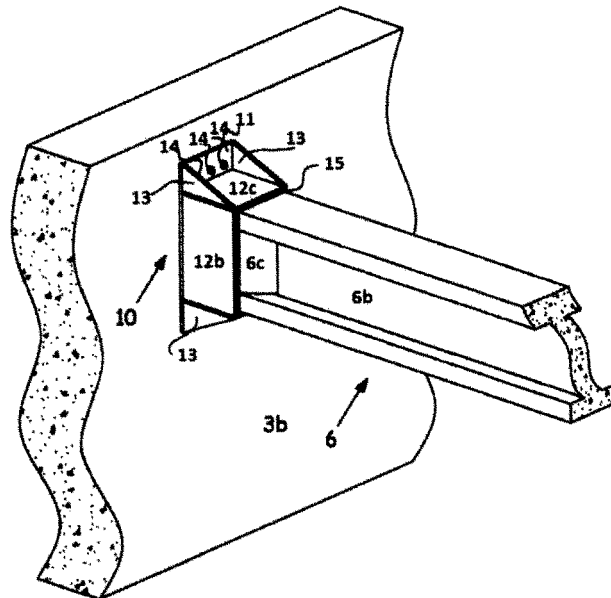


Fig.22

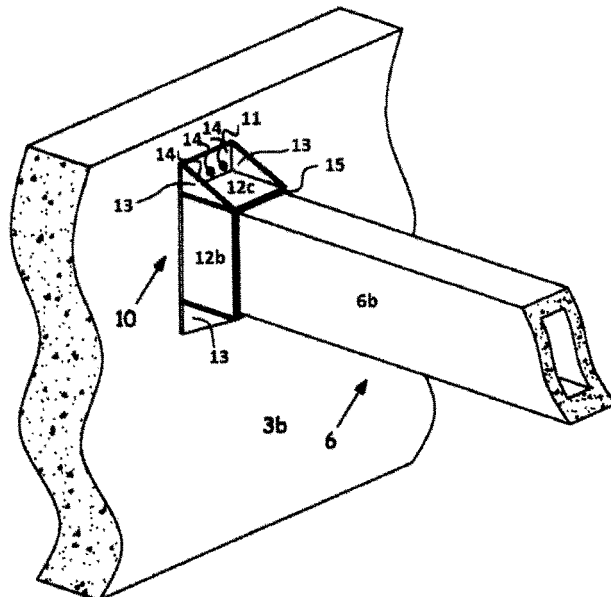


Fig.23



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200801342

②② Fecha de presentación de la solicitud: 30.04.2008

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **E01D22/00** (2006.01)
E04B1/98 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	US 6233884 B1 (TIPPING STEVEN B et al.) 22.05.2001, columna 1, líneas 7-15; columna 6, línea 48 – columna 7, línea 30; columna 9, línea 61 – columna 10, línea 12; figuras 1-4,17.	1-2,6-7,14-15
Y	US 1344646 A (NEEDS AUGUSTUS G) 29.06.1920, todo el documento.	1-2,6-7,14-15
A	FR 2748284 A1 (JARRET) 07.11.1997, páginas 4-5; figuras.	1-2,14
A	US 3691712 A (BOWLING GEORGE W et al.) 19.09.1972, columna 4, línea 48 – columna 5, línea 57; figuras.	1
A	JP 2007239306 A (TOKAI RUBBER IND LTD) 20.09.2007, Resumen de la base de datos EPODOC. Recuperado de EPOQUE; figuras.	1-2
A	US 6142270 A (DE LA FUENTE CARLOS) 07.11.2000, columna 2, línea 32 – columna 4, línea 58; figuras.	1
A	US 2001054785 A1 (BERTON STEFANO) 27.12.2001, párrafos [50-52]; figuras 1-5.	1

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
23.12.2011

Examinador
J. Angoloti Benavides

Página
1/4

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

E01D, 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

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 23.12.2011

Declaración**Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)**

Reivindicaciones 1-15
Reivindicaciones

SI
NO

Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)

Reivindicaciones 3-5, 8-13
Reivindicaciones 1-2, 6-7, 14-15

SI
NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 6233884 B1 (TIPPING STEVEN B et al.)	22.05.2001
D02	US 1344646 A (NEEDS AUGUSTUS G)	29.06.1920

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

La invención se refiere a un sistema de reacondicionamiento de puentes mediante elementos de disipación pasiva que comprende una serie de amortiguadores y unas vigas auxiliares ancladas al paramento interior del alzado del estribo.

En reivindicaciones dependientes se precisan características de las vigas auxiliares, de los amortiguadores y de su unión. Métodos de reacondicionamiento de puentes para aumentar la resistencia a vibraciones son conocidos de D01.

D01 divulga un método de protección contra vibraciones producidas externamente por disipación pasiva (reivindicación 14) aplicable a edificios o partes de puentes ya construidos. Este sistema comprende añadir una estructura de reacción rígida (41) unida a la estructura a proteger (40) por medio de amortiguadores (31) y muelles (30), si bien se indica que los amortiguadores hacen función de muelle en ocasiones (columna 7, línea 26 y siguientes).

Un experto en la materia conocería también D02 en donde se divulga una viga auxiliar (9) anclada en sus extremos (7,8) del vano en cuestión para su refuerzo.

Se considera que un experto en la materia utilizaría la viga auxiliar de D02 como estructura de reacción para aumentar la resistencia a vibraciones del puente mediante el método de D01, anticipando de esta forma la reivindicación primera. Por lo tanto, esta reivindicación no poseería actividad inventiva.

En cuanto a las reivindicaciones dependientes, se considera que las reivindicaciones 2, 6-7 y 14-15 no ofrecen características técnicas inventivas respecto a lo divulgado en D01 o D02.

Se concluye que la invención, según las reivindicaciones 1-2, 6-7 y 14-15 podría no poseer actividad inventiva. En cambio, la reivindicación 3 y todas sus dependientes sí poseerían novedad y actividad inventiva según los artículos 6 y 8 de la Ley 11/1986 de Patentes.