(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 746 623**

(21) Número de solicitud: 201930821

(51) Int. CI.:

E01D 22/00 (2006.01)
E01D 6/00 (2006.01)

(12) PATENTE DE INVENCIÓN CON EXAMEN B2

(22) Fecha de presentación:

24.09.2019

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

06.03.2020

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

30.09.2020

Fecha de concesión:

15.02.2021

(45) Fecha de publicación de la concesión:

22.02.2021

(73) Titular/es:

ARENAS & ASOCIADOS INGENIERIA DE DISEÑO, S.L.P. (100.0%)
Marqués de la Ensenada, 11 - 3ª
39009 SANTANDER (Cantabria) ES

(72) Inventor/es:

MARTÍNEZ APARICIO, Javier y
CAPELLÁN MIGUEL, Guillermo

(74) Agente/Representante:

POLO FLORES, Luis Miguel

(54) Título: **DISPOSITIVO DE REFUERZO DE ESTRUCTURAS EXISTENTES**

(57) Resumen:

Dispositivo de refuerzo aplicable a estructuras existentes, formando con ésta una estructura adosada activada por medio de fuerzas de tesado que consiste en un elemento tesado (2) que con su acción descarga a la estructura existente (1), un elemento comprimido por la acción del tesado, unas uniones (4) con uno o varios grados de libertad respecto de la estructura existente (1) y que la liberan de esfuerzos perniciosos inducidos por el tesado y un apoyo (5) donde el dispositivo entrega la porción de carga que ha asumido.

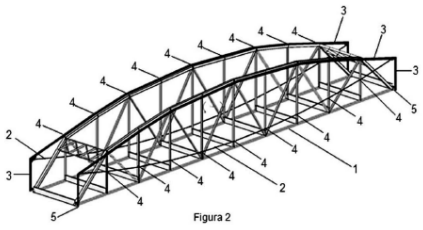

Figura 2

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

DESCRIPCIÓN

DISPOSITIVO DE REFUERZO DE ESTRUCTURAS EXISTENTES

SECTOR DE LA TÉCNICA

La presente invención se refiere a un dispositivo de refuerzo de estructuras existentes.
Este dispositivo resulta aplicable a todas las configuraciones estructurales, aunque particularmente está adaptado a las estructuras de puentes de tipo celosía, y asegura un incremento importante de la capacidad portante de la estructura.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

En la actualidad las necesidades de refuerzo de estructuras se han acrecentado por el propio envejecimiento de muchas estructuras y por la conveniencia hacerlas capaces de soportar cargas mayores que aquellas con las que originalmente fueron concebidas.

No es raro que los especialistas en rehabilitación de estructuras deban enfrentarse al problema de proyectar un refuerzo de estructura para mejorar la capacidad de carga de forma muy importante. Dentro de las herramientas de las que estos profesionales disponen está la posibilidad de disponer cables o tendones tesados con los que se busca descargar a la estructura existente, capacitándola para asumir cargas adicionales sobre las que inicialmente podría tomar. Se trataría en este caso de aportar cables de atirantamiento recto o, incluso, con trazado curvo. Estas soluciones son ventajosas por la mínima aportación de material que requieren y porque las uniones entre este material a la estructura existente son pocas y concentradas. Es decir, tiene ventajas económicas y constructivas.

Sin embargo, el problema principal de estas soluciones de pretensado es que la propia fuerza de tesado del cable introduce una solicitación de compresión en alguna parte de la estructura que, en algunos casos, particularmente los puentes de celosía, no está capacitada para asumirlo, por lo que el potencial de la solución no puede desplegarse en su totalidad. Para poder hacerlo se debe añadir material a las partes perjudicadas por la fuerza de tesado, pero estos refuerzos son generalmente onerosos: exigen añadir material resistente directamente sobre piezas ya existentes, que no se pueden desmontar para ser

sustituidas por otras más resistentes, siendo obligado a recurrir a uniones de soldadas o de pegado con resinas.

La parte de la fuerza de tesado que es perjudicial para la estructura, debe ser gestionada de forma adecuada, ya sea aplicándola sobre una parte de la estructura existente que tenga capacidad suficiente para ello, o sea reforzando las partes de la estructura existente que lo exijan. En esta propuesta de dispositivo de refuerzo se busca que esa parte perjudicial se recoja dentro del dispositivo y no se transfiera a la estructura existente.

Analizando las patentes existentes a nivel mundial, se han encontrado diferentes soluciones cuyas diferencias con respecto al modelo que se propone, se explican a continuación.

La patente US4691399A, solicitada por Kim Jai, B.; Yadlosky, John M., propone un dispositivo de refuerzo formado por arcos de soporte englobados dentro de la celosía existente. Cada uno de estos arcos incluye los elementos que forman una trayectoria arqueada y, entre otros, un elemento tesado que une los dos extremos del arco. Esta solución de refuerzo se diferencia de la propuesta, ya que el dispositivo de refuerzo no está autoequilibrado en lo referido a la fuerza de tesado, ya que entrega cargas de tesado fuera del dispositivo. En concreto el elemento tesado se une directamente a la celosía, por lo que, a través de ellos, debe participar el puente para soportar la componente horizontal de la carga de tesado, lo cual es justo lo que se quiere evitar con el dispositivo propuesto.

La patente JP3732468B2, solicitada por Asahi Engineering KK, trata una estructura de refuerzo de puentes en la que a través de unos marcos estructurales triangulares auxiliares, cada uno de los cuales se construye en los extremos opuestos de una viga de celosía o viga de arco y un cable estirado entre los marcos estructurales triangulares auxiliares, se ejerce una fuerza de dirección hacia arriba sobre la viga de celosía o la viga de arco, induciendo así efectivamente una fuerza de resistencia a la carga. Esta solución de refuerzo se diferencia de la propuesta, ya que el dispositivo de refuerzo no está autoequilibrado en lo referido a la fuerza de tesado, ya que entrega cargas de tesado fuera del dispositivo. En concreto el elemento tesado se une directamente a la viga de celosía o viga de arco, por lo que, a través de ellos, debe participar el puente para soportar la componente horizontal de la carga de tesado, lo cual es justo lo que se quiere evitar con el dispositivo propuesto.

La patente JP3597168B2, solicitada por Asahi Engineering KK, trata una estructura de refuerzo de puentes en la que un cable estirado en la dirección de la longitud del puente, se impone una reacción uniforme hacia arriba con el objeto de mejorar la capacidad de carga del puente. Los extremos de ese cable se conectan a ambos extremos del puente y una pluralidad de gatos hidráulicos instalados en la parte inferior del puente, entre el cable y las vigas del puente, permiten estirar el cable imponiendo una fuerza que refuerza la capacidad portante. Esta solución de refuerzo se diferencia de la propuesta, ya que el dispositivo de refuerzo no está autoequilibrado en lo referido a la fuerza de tesado, ya que entrega cargas de tesado fuera del dispositivo. En concreto, la estructura reforzada debe poder soportar la componente horizontal de la carga de tesado, lo cual es justo lo que se quiere evitar con el dispositivo propuesto.

La patente CN106567344B, solicitada por la Universidad de Zhejiang, propone un sistema de refuerzo de puentes a través de una estructura que comprende cinco partes: cables pretensados, una celosía, una viga distribuidora, unas ruedas de dirección de los cables encima de las pilas del puente y unas ruedas trasmisoras de la fuerza de los cables a la celosía. Esta solución de refuerzo se diferencia de la propuesta, ya que el dispositivo de refuerzo no está autoequilibrado en lo referido a la fuerza de tesado, ya que entrega cargas de tesado fuera del dispositivo. En concreto debe establecer unos apoyos al final de los cables para soportar la componente horizontal de la carga de tesado, lo cual es justo lo que se quiere evitar con el dispositivo propuesto.

La patente CN102140780A, solicitada por Zhejiang Electric Power Design Institute, propone un dispositivo de refuerzo compuesto por cables de pretensado exterior bajo el puente el cual pasa por sillas deslizantes encima de las pilas y por debajo de una estructura de marcos de acero con ruedas para guiado del cable en su parte inferior. También se define que el cable debe estar anclado en sus extremos en una estructura especial en el suelo. Se trata de un sistema conceptualmente idéntico al anteriormente descrito, aunque con detalles de ejecución diferente. Esta solución de refuerzo se diferencia de la propuesta, ya que el dispositivo de refuerzo no está autoequilibrado en lo referido a la fuerza de tesado, ya que entrega cargas de tesado fuera del dispositivo. En concreto debe establecer unos apoyos al final de los cables para soportar la componente horizontal de la carga de tesado, lo cual es justo lo que se quiere evitar con el dispositivo propuesto.

La patente FR2843979A1, solicitada por Jean Muller International y otros, es un dispositivo de refuerzo de puentes compuestos de, al menos, una viga montada sobre soportes y al menos un cable apoyado en la cara de la viga opuesta a la cara de aplicación de la carga. El cable se aplica sobre la superficie de carga mediante un desviador situado a la altura de un soporte y provisto de una guía para cables. Esta solución de refuerzo se diferencia de la propuesta, ya que el dispositivo de refuerzo no está autoequilibrado en lo referido a la fuerza de tesado, ya que entrega cargas de tesado fuera del dispositivo. En concreto debe hacer participar al tablero del puente para soportar la componente horizontal de la carga de tesado, lo cual es justo lo que se quiere evitar con el dispositivo propuesto.

La patente CN104695341A, solicitada por Beijing University of Technology, es una estructura de viga atirantada para el refuerzo de grandes puentes continuos de viga. Se trata de estructura no autocompensada de las vigas que consiste principalmente en una celosía, barras de soporte verticales y un cable pretensado. La estructura de viga atirantada no autocompensada tiene la característica de no autocompensarse ya que el cable pretensado no está conectado con anclajes propios en dos extremos del armazón en la parte superior, sino que está fijado en pilares de puente en dos lados de un tramo de puente mediante dispositivos de anclaje de cables de tracción y, además, la contrapresión vertical generada por la tensión pretensada del cable pretensado actúa sobre la viga del puente principal a través del armazón, de forma que se consiguen los efectos de reforzar la viga del puente y de mejorar la propiedad de soporte de la viga del puente. Esta solución de refuerzo se diferencia de la propuesta, ya que el dispositivo de refuerzo no está autoequilibrado en lo referido a la fuerza de tesado, ya que entrega cargas de tesado fuera del dispositivo. En concreto el elemento tesado se une directamente a los pilares del puente, por lo que, a través de ellos, debe participar el tablero del puente para soportar la componente horizontal de la carga de tesado, lo cual es justo lo que se quiere evitar con el dispositivo propuesto.

La patente CN104894984A, solicitada por Guangxi Transportation Research Institute, es un método de refuerzo de puentes de marco rígido adoptando un sistema de puente colgante invertido. Se trata de un sistema conceptualmente idéntico al anteriormente descrito, aunque con detalles de ejecución diferente. Esta solución de refuerzo se diferencia de la propuesta, ya que el dispositivo de refuerzo no está autoequilibrado en lo referido a la fuerza de tesado, ya que entrega cargas de tesado fuera del dispositivo. En concreto el elemento tesado se une directamente al tablero del puente, por lo que debe

participar para soportar la componente horizontal de la carga de tesado, lo cual es justo lo que se quiere evitar con el dispositivo propuesto.

La patente CN105088972A, solicitada por Guangxi Transportation Research Institute, es un método de refuerzo de puentes de marco rígido similar al descrito en la patente CN104894984A, pero donde el cable pasa por unas torres colocadas por encima del tablero. Se trata de un sistema conceptualmente idéntico al anteriormente descrito, aunque con detalles de ejecución diferente. Esta solución de refuerzo se diferencia de la propuesta, ya que el dispositivo de refuerzo no está autoequilibrado en lo referido a la fuerza de tesado, ya que entrega cargas de tesado fuera del dispositivo. En concreto el elemento tesado se une directamente al tablero del puente, por lo que debe participar para soportar la componente horizontal de la carga de tesado, lo cual es justo lo que se quiere evitar con el dispositivo propuesto.

EXPLICACIÓN DE LA INVENCIÓN

Se trata de un dispositivo de refuerzo de estructuras, especialmente adaptado para puentes de celosía, consistente en una estructura adosada compuesta de uno o varios elementos tesados, es decir, un cable o tendón, recto o curvo, y uno o varios elementos comprimidos unidos a la estructura existente en una pluralidad de puntos. Estas uniones se caracterizan porque liberan los grados de libertad desfavorables para que la estructura existente no sufra bajo los esfuerzos producidos durante el tesado. Este último punto es esencial, ya que, en caso de no incluirse esta liberación de los movimientos relativos entre una estructura y otra, la estructura existente corre el riesgo de sobrecargarse durante la operación de tesado, no pudiéndose aprovechar nunca el potencial completo de cualquier solución que incluya un elemento tesado, el cual vendría limitado por la propia resistencia de la estructura.

La liberación de grados de libertad entre la estructura adicional y la existente se logra permitiendo el deslizamiento en sentido longitudinal a la compresión o tracción, de forma que, la deformación de la estructura adicional, construida expresamente con la resistencia apropiada, reciba todas las cargas desfavorables del tesado, pero no la estructura existente, que queda liberada de cargas en todas las partes en donde el dispositivo alcance a tener influencia y, por tanto, plenamente capacitada para recibir cargas mayores de las que originalmente podía soportar.

El resultado de todo el dispositivo es que no se trasfieren cargas de tesado relevantes hacia el exterior del dispositivo de refuerzo, es decir, se halla autoequilibrado, liberando a la estructura existente (1) y a su entorno de la parte perjudicial del tesado.

Una de las ventajas del dispositivo es que la aportación de material queda ajustada a lo mínimo imprescindible para introducir el pretensado y soportar las compresiones desfavorables. Además, las uniones a realizar en la obra quedan limitadas en cantidad y extensión, puesto que el efecto beneficioso no es simplemente añadir material sobre la estructura existente, sino liberarla previamente de su carga sin perjudicarla de forma relevante. El nivel de descarga que se puede obtener es el que se desee, pudiendo incluso invertirse el signo de los esfuerzos que solicitan la estructura existente.

Otras ventajas son de orden constructivo, ya que la aplicación de esta solución se puede hacer de forma efectiva adosándola por el exterior, lo que facilita su aplicación, ya que muchas veces la estructura, en general, un puente, debe mantenerse en servicio. En esta solución de refuerzo las actuaciones en el interior del puente no son necesarias, más allá de lo que pueda ser colateral a la actuación, por lo que el tránsito de vehículos no se ve obstaculizado.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una 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 perspectiva de un puente de celosía antes de ejecutarse el refuerzo por medio del dispositivo.

Figura 2.- Muestra una vista en perspectiva de un puente de celosía con el refuerzo por medio del dispositivo propuesto con cable con trazado de catenaria.

Figura 3.- Muestra una vista en alzado de un puente de celosía antes de ejecutarse el refuerzo por medio del dispositivo.

Figura 4.- Muestra una vista en alzado de un puente de celosía con el refuerzo por medio del dispositivo propuesto con cable con trazado de catenaria.

Figura 5.- Muestra una vista en alzado de otro puente de celosía de antes de ejecutarse el refuerzo por medio del dispositivo.

Figura 6.- Muestra una vista en alzado del puente de celosía de la figura anterior, con el refuerzo por medio del dispositivo propuesto con cables rectos de atirantamiento.

1=Estructura existente

2=Elemento tesado

3=Elemento comprimido

4= Unión deslizante entre elemento comprimido y tesado

5= Apoyo que entrega las cargas de la estructura de refuerzo

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCIÓN

Como se puede ver en las figuras referidas, sobre la estructura existente (1), se distribuyen los diferentes componentes de la estructura de refuerzo que se describe en esta invención. Existen uno o mas elementos que se tesan (2) para descargar la estructura existente. Asociados a estos hay uno o varios elementos que se comprimen (3) por la acción del tesado. Entre la estructura existente y la estructura de refuerzo existen unas uniones deslizantes (4) donde se requieren para liberar la deformación de una respecto de otra durante el tesado y que trasfieren de forma efectiva la fuerza de descarga. El elemento tesado (2) y comprimido (3) se conectan entre sí en uno o varios nudos (4), también deslizantes, de forma que se transfiere la carga de tesado de forma conveniente. Existe un punto en donde la estructura de refuerzo se apoya (5), pudiendo ser este apoyo dentro o fuera de la propia estructura existente. La función de este apoyo (5) es entregar las cargas recogidas por la estructura de refuerzo en un lugar donde puedan ser recibidas con seguridad.

Actualmente, los proyectos de refuerzo de estructuras de puentes en celosía se resuelven añadiendo de forma extensiva piezas de acero sobre la estructura existente, con lo que han de ejecutarse una gran cantidad de uniones en obra. Otras veces se aplica un pretensado que descarga la estructura, aunque esta solución está limitada en las estructuras de celosía a que la compresión añadida por el tesado no sobrecargue de forma excesiva alguna parte, lo que obliga a reforzar la estructura añadiendo más piezas de acero sobre la estructura existente. Con esta invención se logra la descarga de la estructura existente (1), como en el caso de utilizar una solución de pretensado, pero liberándola de

la indeseable compresión inducida por el tesado gracias al uso de uniones deslizantes (3), todo ello formando un conjunto que es solidario con la estructura existente. También se consigue que el dispositivo actúe de forma pasiva como refuerzo, sobre todo ante cargas horizontales de viento y sismo, beneficiando a la estructura existente (1) sin necesidad de añadir otros refuerzos.

REIVINDICACIONES

1ª.-Dispositivo de refuerzo de estructuras existentes, que comprende:

- uno o varios elementos tesados (2) que con su acción descarga a la estructura existente (1),
- uno o varios elementos comprimidos (3) por la acción del elemento tesado (2),
- unas uniones deslizantes (4) con un grado de libertad, desplazables longitudinalmente del elemento del tesado o del elemento comprimido en sentido longitudinal de la compresión o tracción.
- uno o varios apoyos (5) donde el dispositivo entrega la carga que asume.

2ª.- Dispositivo de refuerzo de estructuras existentes, según reivindicación 1 que se caracteriza por entregar la carga en uno o varios apoyos (5) indistintamente dentro o fuera de la estructura existente (1).

3ª.- Dispositivo de refuerzo de estructuras existentes, según reivindicación 1 que se caracteriza por aplicarse sobre una estructura existente de tipo celosía.

4ª.- Dispositivo de refuerzo de estructuras existentes, según reivindicación 1 que se caracteriza por aplicarse sobre un puente.

5ª.- Dispositivo de refuerzo de estructuras existentes, según reivindicación 1 que se caracteriza porque el elemento tesado (2) es un tendón de pretensado, un cable de atirantamiento o una barra pretensado.

6ª.- Dispositivo de refuerzo de estructuras existentes, según reivindicación 1 que se caracteriza porque el elemento tesado (2) tiene forma recta, curva o quebrada.

7ª.- Dispositivo de refuerzo de estructuras existentes, según reivindicación 1 que se caracteriza por estar construido indistintamente con acero, hormigón u otro material resistente.

8ª.- Dispositivo de refuerzo de estructuras existentes, según reivindicación 1 que se caracteriza por que está unido a la estructura existente (1), para funcionar ante cargas no

originadas directamente por el tesado, colaborando con la propia estructura existente (1) de forma pasiva.

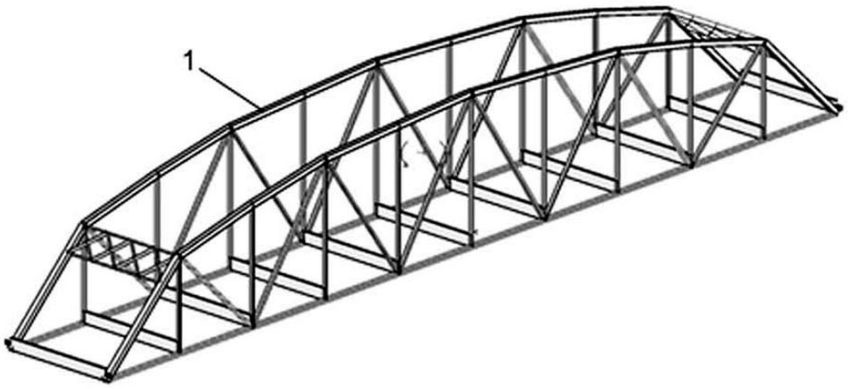

Figura 1

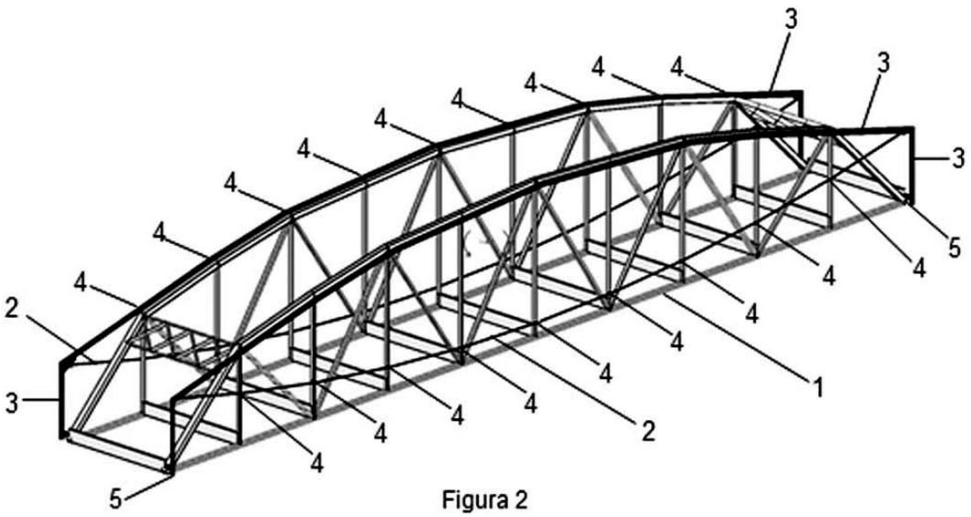

Figura 2

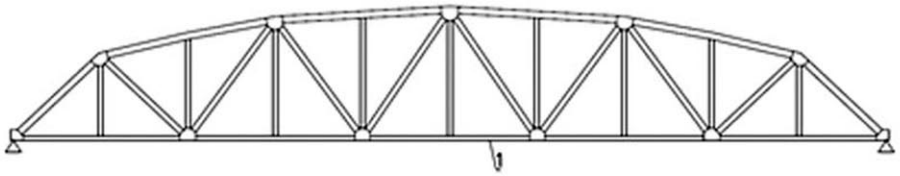

Figura 3

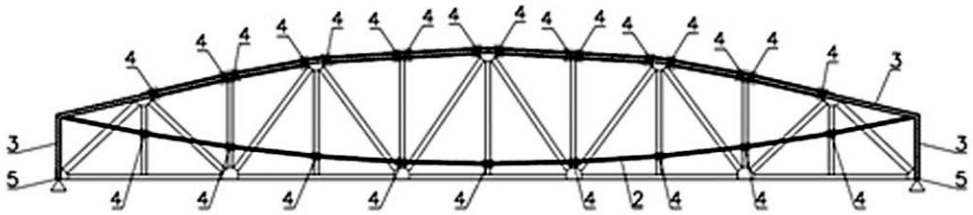

Figura 4

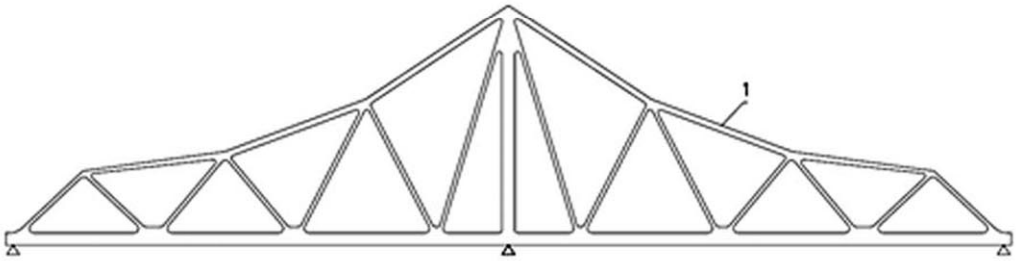

Figura 5

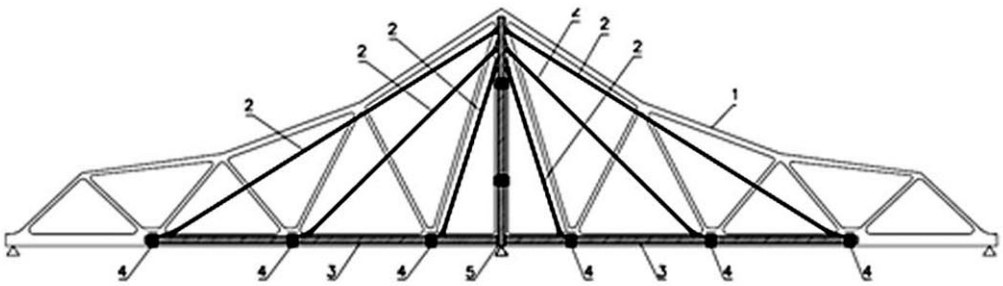

Figura 6