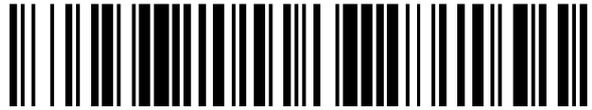


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 555 635**

21 Número de solicitud: 201500190

51 Int. Cl.:

E04B 1/19 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

22 Fecha de presentación:

03.03.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

05.01.2016

Fecha de la concesión:

25.04.2016

45 Fecha de publicación de la concesión:

03.05.2016

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA (100.0%)
Pabellón de Gobierno, Avda. de los Castros s/n
39005 Santander (Cantabria) ES**

72 Inventor/es:

**GÓMEZ JÁUREGUI, Valentín ;
OTERO GONZÁLEZ, César Antonio ;
MANCHADO DEL VAL, Cristina ;
IGLESIAS PRIETO, Andrés ;
GÁLVEZ TOMIDA, Akemi ;
QUILLIGAN, Michael y
CASEY, Tom**

54 Título: **Nudo de conexión para estructuras desplegadas**

57 Resumen:

Nudo de conexión para una estructura desplegable configurado para aglutinar dos o más barras (12) y recibir una pluralidad de cables (18, 19), que comprende:

- Un núcleo central (11) formado por al menos un módulo de simetría axial, donde cada módulo de simetría axial comprende: un alma (111) y dos alas laterales (112);
- Tantas fijaciones mecánicas (13) como barras (12);
- Tantas fijaciones hembras (14) como fijaciones mecánicas (13);
- Una unión mecánica central (15) configurada para unir un conector cilíndrico (16) al núcleo central (11);
- Un conector cilíndrico (16) configurado para evitar que la unión mecánica central (15, 35) se salga de su alojamiento y para guiar y/o amordazar a varios cables radiales (18);
- Un tope mecánico (17) configurado para evitar que los cables radiales (18) se salgan del conector cilíndrico (16) y para amordazarlos.

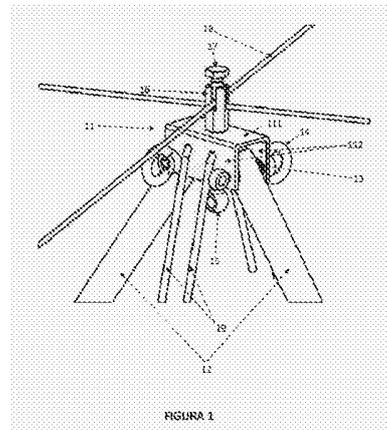


FIGURA 1

ES 2 555 635 B2

DESCRIPCIÓN

Nudo de conexión para estructuras desplegadas.

5 **Campo de la invención**

La presente invención pertenece al campo de la construcción y estructuras ligeras y/o plegables, y más concretamente al campo de los nudos de conexión para estructuras desplegadas, y en particular nudos de conexión para estructuras tridimensionales desplegadas de Tensegridad.

Antecedentes de la invención

En el campo de la construcción, las estructuras articuladas o de celosía son estructuras reticulares de barras rectas interconectadas en nodos formando triángulos planos (en celosías planas) o pirámides tridimensionales (en celosías espaciales), de tal forma que en cada nodo pueden confluir varias barras.

Dentro de estas últimas, se encuentran las estructuras espaciales, compuestas por elementos lineales unidos de tal modo que las fuerzas son transferidas de forma tridimensional. Pueden tomar cualquier tipo de forma tanto plana como curva. Sus elementos son prefabricados y no precisan para el montaje de medios de unión distintos de los puramente mecánicos (es decir, no es necesario soldarlas en obra, por ejemplo).

Clasificadas dentro de las estructuras espaciales se enmarcan las de Tensegridad, que emplean componentes aislados comprimidos que se encuentran dentro de una red traccionada continua, de tal modo que los miembros en compresión (generalmente barras) no se tocan entre sí y están unidos únicamente por medio de elementos traccionados (habitualmente cables) que son los que delimitan espacialmente dicho sistema, que está en equilibrio y es estable por sí mismo.

Cualquiera de estos tipos de construcción (bidimensionales o tridimensionales) puede ser susceptibles de englobar variantes desplegadas. Las estructuras desplegadas permiten que el sistema pase de una configuración extendida (en servicio) a una configuración compacta por medio de un proceso de plegado. Este estado plegado es el más apropiado para almacenarlas o para transportarlas a otras ubicaciones en las que puedan ser desplegadas y puestas de nuevo en servicio. En todos estos casos, las barras que conforman la estructura están unidas mediante nudos, que tienen una importancia extrema, pues son los que aseguran la estabilidad de las uniones y la funcionalidad del sistema. Existen gran diversidad de nudos (esféricos, cilíndricos, prismáticos, planos, etc.) pero pocos de ellos permiten el plegado y desplegado de la estructura.

Más particulares aún son los nudos de las estructuras de Tensegridad, pues además de unir barras tienen que anclar los cables pretensados que conforman y estabilizan el sistema. En cualquier caso, es importante destacar que dichos cables son imprescindibles en las estructuras de Tensegridad, pero no son exclusivos de ellas; es decir, hay otras tipologías de estructuras que también los utilizan.

En general, una malla de Tensegridad se puede clasificar por su clase (k), siendo k el número de elementos a compresión (barras) que confluyen en un nudo. Una gran parte de los nudos existentes en la actualidad están diseñados únicamente para estructuras de Tensegridad de clase 1 (k = 1), es decir, aquellas en las que a cada nudo llega un máximo de una barra. Sin embargo, estos nudos no son válidos para estructuras de clase

2 o superiores ($k \geq 2$), en los que hay al menos 2 barras que confluyen en cada nudo. Ejemplos de estos nudos de clase 1 se detallan en los siguientes documentos:

5 [1]: Folding Tensegrity Systems -Six Strut Modules and Their Assemblies by Bouderbala, Motro. pg. 33. Motro, R. (2003). Tensegrity: Structural systems for the future. London (UK): Kogan Page Science.

10 [2]: Hanaor, A. (1993). Double-layer tensegrity grids as deployable structures. International Journal of Space Structures, 8(1-2), 135-143., pg. 139, 140.

[3]: Path Planning For the Deployment of Tensegrity Structures by Pinaud, Masic, Skelton, SPIE's 10th Annual International Symposium on Smart Structures and Materials, San Diego, CA, March 2003, pg. 11.

15 [4]: "Tensegrity unit, structure and method for construction". Liapi, K. A. Número de publicación US 20030009974 A1. Fecha de solicitud: 29/05/2002.

20 [5]: "Connection node for connecting tension elements and pressure elements of bigger supporting structures, has base portion which has connecting section for connecting connection node with pressure element". Christian Kögel, Andreas Rupp. Número de publicación DE 102012003371 A1. Fecha de prioridad 22/02/2012.

25 [6]: "Connection and front team node for tensegrity structures, has hollow cylindrical terminal element, which is open at end and is provided with detour ring". Universitat Kassel. Número de publicación DE 102010005461 A1. Fecha de prioridad 21/01/2010.

[7]: "Disconnectable node joint for integrally tensioned (Tensigry) structure systems. Miodrag Nestorovic. YU37398 A. 24/10/2006.

30 No obstante, también son conocidos en el estado de la técnica, nudos con más de una barra confluyendo en él. Ejemplos de estos nudos de clase $k > 1$ se detallan en los siguientes documentos:

35 [8]: "Strut assembly node for reticular space frame structure". Fest, Etienne. Número de publicación EP1443153 A1. Fecha de depósito 29/01/2003.

40 [9]: A Self-Stress Maintaining Folding Tensegrity System by Finite Mechanism Activation by Smaili, Motro, pg. 92. Motro, R. (2003). Tensegrity: Structural systems for the future. London (UK): Kogan Page Science.

[10]: Proyecto de Universidad de Montpellier mostrado en Motro, R. (2003). Tensegrity: Structural systems for the future. London (UK): Kogan Page Science. pg 79, 80.

45 [11]: Proyecto de Nimes mostrado en Motro, R. (2003). Tensegrity: Structural systems for the future. London (UK): Kogan Page Science. pg 199.

[12]: Proyecto de Pedretti & Plfug mostrado en Motro, R. (2003). Tensegrity: Structural systems for the future. London (UK): Kogan Page Science. Pg 211.

50 [13]: An Active Deployable Tensegrity Structure (PhD). Ecole Polytechnique Fédérale De Lausanne, Lausanne (Switzerland). RHODE-BARBARIGOS, L.-G.-A. (2012). Pg 97-98.

[14]: Deployment of a Class 2 Tensegrity Boom by Pinaud, Solari, Skelton, SPIE's 11th Annual International Symposium on Smart Structures and Materials, San Diego, CA, March 2004, fig. 5.

[15]: Structural Design of a Foldable Tensegrity Footbridge by Averseng, Quirant, Dube, Journal of SEWC 5.

5 [16]: "Joint for folding tensegrity structure" BANDO TAKAAK.I; NAKAI MASATAKE; HAYASHI SHUICH. JP2004298520 (A). 28/10/2004.

10 En estas situaciones con más de una barra confluyendo en cada nudo ([8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16]), si se quiere conseguir que la estructura se pliegue y se despliegue fácilmente, es necesario diseñar los nudos de tal modo que permitan un giro relativo de dichas barras con respecto al nudo. Sin embargo, esto sólo es posible en alguno de los ejemplos encontrados ([8], [9], [13], [14], [15], [16]).

15 Por otro lado, una desventaja adicional que presentan todos estos nudos ([8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16]), es que las direcciones de los cables que confluyen en ellos son poco versátiles y están bastante condicionadas. Además, de entre todos estos nudos, algunos de ellos están muy limitados porque pueden fijar pocos cables (casos [8], [9], [14], [16]). Otra limitación importante del nudo descrito en [8] es que necesita un mínimo de 3 barras para poder ser estable.

20 Además, prácticamente ninguno de los nudos con más de una barra confluyendo en él descritos en el estado de la técnica, permite que los cables pasen deslizando a través de él, de tal modo que el cable esté guiado pero no amordazado y así permita que corra o fluya por el interior de la sujeción. El único caso que contempla esta posibilidad es el nudo [13], pero sólo permite que uno de los cables sea corredero, en un solo sentido, y no el resto de cables que llegan al nudo en el plano perpendicular a éste. Sin embargo, este nudo [13] destaca por su gran complejidad, elevado peso, dificultad de fabricación y excesivo precio. Además, casi ninguno de los nudos encontrados en la literatura (salvo los nudos [8] y [16], que adolecen de otras importantes carencias ya descritas) aporta una solución que permita el plegado de sus barras cuando éstas son un número impar de ellas ($k = 3, 5, 7, \text{etc.}$)

35 En definitiva, en el estado de la técnica no existe ningún nudo que aglutine dos o más barras que puedan rotar y plegarse en torno al mismo, que permita recibir un elevado número de cables desde diferentes direcciones y ángulos, que permita que dichos cables puedan fluir o deslizar a través del nudo para facilitar el plegado de la estructura y que sea ligero, manejable, económico y sencillo de fabricar y ensamblar.

40 **Resumen de la invención**

45 La presente invención trata de resolver los inconvenientes mencionados anteriormente mediante un nudo de conexión para estructuras desplegadas, ligero, manejable, económico y sencillo de fabricar y ensamblar, que permite aglutinar dos o más barras que puedan rotar y plegarse en torno al mismo; recibir un elevado número de cables desde diferentes direcciones y ángulos; y que dichos cables puedan fluir o deslizar a nudo para facilitar el plegado de la estructura.

50 Concretamente, en un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un nudo de conexión para una estructura desplegable configurado para aglutinar dos o más barras que puedan rotar y plegarse en torno al mismo; recibir una pluralidad de cables desde diferentes direcciones y ángulos; y que dichos cables puedan deslizar a través de dicho nudo para facilitar el plegado de la estructura, que comprende:

- 5 - Un núcleo central formado por al menos un módulo de simetría axial, donde cada al menos un módulo de simetría axial comprende: un alma con una perforación configurada para alojar una unión mecánica central; y dos alas laterales con perforaciones de fijación mecánica y perforaciones de cable configuradas para alojar fijaciones mecánicas y cables de ala respectivamente, y en donde los laterales del alma y de las dos alas laterales se encuentran unidos;
- 10 - Tantas fijaciones mecánicas como barras aglutine el nudo de conexión, estando dichas fijaciones mecánicas configuradas para unir las barras al núcleo central tal que en cada al menos un módulo de simetría axial, cada fijación mecánica atraviesa una primera perforación de fijación mecánica de un ala lateral, la perforación de una barra y una segunda perforación de fijación mecánica del otro ala lateral;
- 15 - Tantas fijaciones hembras como fijaciones mecánicas, configuradas para evitar que dichas fijaciones mecánicas se salgan de su alojamiento;
- 20 - Una unión mecánica central que atraviesa la perforación de la al menos un alma del núcleo central, configurada para unir un conector cilíndrico al núcleo central;
- 20 - Un conector cilíndrico configurado para evitar que la unión mecánica central se salga de su alojamiento y para guiar y/o amordazar a varios cables radiales al mismo tiempo, y cuyo eje longitudinal coincide con el eje longitudinal de la unión mecánica central;
- 25 - Un tope mecánico que se fija al extremo del conector cilíndrico que no se encuentra en contacto con dicha superficie de la al menos un alma, y que está configurado para evitar que los cables radiales se salgan de dicho conector cilíndrico y para, adicionalmente, amordazar a dichos cables y evitar su deslizamiento a lo largo del eje longitudinal del conector cilíndrico;
- 30 En una posible realización, en cada al menos un módulo de simetría axial, las dos alas laterales son sustancialmente planas, sustancialmente perpendiculares al alma, que a su vez es sustancialmente plana, y sustancialmente paralelas entre sí, tal que cada una de ellas se encuentra unida a un lateral opuesto del alma. Además, en una posible realización, en cada al menos un módulo de simetría axial, las tres perforaciones
- 35 atravesadas por cada fijación mecánica M primera perforación de fijación mecánica de un ala lateral, perforación de la barra y segunda perforación de fijación mecánica del otro ala lateral - se encuentran alineadas en el mismo eje, siendo éste paralelo al alma, y cada fijación mecánica se sitúa con sus dos extremos fuera del espacio que se forma entre las dos alas laterales.
- 40 En una posible realización, el nudo de conexión comprende un único módulo de simetría axial, donde los laterales del alma y de las dos alas laterales que se encuentran unidos presentan la misma longitud, y donde el alma presenta una perforación en su centro configurada para alojar la unión mecánica central.
- 45 Alternativamente, el nudo de conexión comprende al menos dos módulos de simetría axial, donde en cada módulo de simetría axial los laterales del alma y de las dos alas laterales que se encuentran unidos presentan diferente longitud, siendo dicha longitud mayor en el caso de los laterales del alma, y donde dichos al menos dos módulos de
- 50 simetría axial se sitúan en torno a un eje central, siendo dicho eje perpendicular a las al menos dos almas, tal que en cada módulo de simetría axial, la sección perteneciente al alma formada por aquella superficie cuyos laterales no están unidos a las alas laterales, presenta una perforación configurada para alojar la unión mecánica central, de tal forma que dichas secciones y sus correspondientes perforaciones se sitúan superpuestas,

uniendo así los al menos dos módulos de simetría axial que conforman el núcleo central. Preferentemente, dichos al menos dos módulos de simetría axial son iguales, permitiendo de esta forma estandarizar su diseño, fabricación y montaje.

5 Alternativamente, el nudo de conexión comprende al menos dos módulos de simetría axial que forman una única pieza, donde la pieza que conforman los al menos dos módulos de simetría axial presenta una perforación en su centro, tal que dicho centro es equivalente a la intersección de las al menos dos almas, estando dicha perforación configurada para alojar la unión mecánica central.

10 En una posible realización, las fijaciones mecánicas y la unión mecánica central son cilíndricas.

15 En una posible realización, las fijaciones mecánicas son tornillos con ojos configurados para permitir el anclaje de diversos cables o su deslizamiento a través de la argolla que conforma la cabeza del tornillo.

20 En una posible realización, las fijaciones hembra son cáncamos con roscado interno configurados para permitir el anclaje de diversos cables o su deslizamiento a través de la argolla que conforma la cabeza del cáncamo.

25 En una posible realización, la unión mecánica central es un tornillo con un ojo, tal que la argolla que conforma la cabeza del tonillo se encuentra situada en el extremo opuesto en donde se sitúa el conector cilíndrico, y tal que dicho tornillo está configurado para permitir el anclaje de diversos cables axiales o su deslizamiento a través de dicha argolla.

En una posible realización, el conector cilíndrico es roscado, y presenta ranuras verticales para permitir el paso libre de los cables radiales.

30 En una posible realización, el material de los elementos comprende el nudo de conexión es acero.

En una posible realización, la estructura desplegable en la que se encuentra instalado el nudo de conexión es espacial y de Tenseguridad.

35 En una posible realización, una vez que el nudo de conexión se encuentra instalado y operativo en una estructura desplegable determinada, cada alma comprendida en el al menos un módulo de simetría axial que forma el núcleo central, se sitúa en sentido sustancialmente horizontal.

40 **Breve descripción de las figuras**

45 Con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, y para complementar esta descripción, se acompaña como parte integrante de la misma, un juego de dibujos, cuyo carácter es ilustrativo y no limitativo. En estos dibujos:

La figura 1 muestra un esquema de un nudo de clase 2 desplegado, de acuerdo con una realización de la invención.

50 La figura 2 muestra un esquema de la vista seccionada de un nudo de clase 2 desplegado, de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 3 muestra un esquema de un nudo de clase 2 desplegado, de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 4 muestra un esquema de un nudo de clase 2 plegado, de acuerdo con una realización de la invención.

5 La figura 5 muestra un esquema de un nudo de clase 3 desplegado, de acuerdo con una realización de la invención, en donde una de las barras no se ilustra para visualizar bien la geometría del nudo.

10 La figura 6 muestra un esquema de un nudo de clase 3 plegado, de acuerdo con una realización de la invención, en donde una de las barras no se ilustra para visualizar bien la geometría del nudo.

15 La figura 7 muestra un esquema de un nudo de clase 4 desplegado, de acuerdo con una realización de la invención, en donde una de las barras no se ilustra para visualizar bien la geometría del nudo.

20 La figura 8 muestra un esquema de un nudo de clase 4 plegado, de acuerdo con una realización de la invención, en donde una de las barras no se ilustra para visualizar bien la geometría del nudo.

La figura 9 muestra un ejemplo de realización concreta de un módulo de simetría axial.

25 La figura 10 muestra un esquema de un núcleo central formado por dos módulos de simetría axial.

La figura 11 muestra un esquema de un núcleo central formado por tres módulos de simetría axial.

30 La figura 12 muestra un esquema de un núcleo central formado por cuatro módulos de simetría axial.

La figura 13 muestra un esquema de una malla de doble capa tensegrítica desplegada.

35 La figura 14 muestra un esquema de una malla de doble capa tensegrítica plegada.

Descripción detallada de la invención

40 En este texto, el término "comprende" y sus variantes no deben entenderse en un sentido excluyente, es decir, estos términos no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos.

45 Además, los términos "aproximadamente", "sustancialmente", "alrededor de", "unos", etc. deben entenderse como indicando valores próximos a los que dichos términos acompañen, ya que por errores de cálculo o de medida, resulte imposible conseguir esos valores con total exactitud.

50 Además, se entiende por cables continuos aquellos cables que no se encuentran anclados al nudo de la invención, sino que se deslizan entre las ranuras y/o perforaciones que presenta dicho nudo.

Además, se entiende por cables discontinuos o cables no continuos aquellos cables que se encuentran anclados al nudo de la invención mediante, por ejemplo, un mosquetón o un grillete.

Las características del nudo de la invención, así como las ventajas derivadas de las mismas, podrán comprenderse mejor con la siguiente descripción, hecha con referencia a los dibujos antes enumerados.

5

Las siguientes realizaciones preferidas se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que sean limitativos de la presente invención. Además, la presente invención cubre todas las posibles combinaciones de realizaciones particulares y preferidas aquí indicadas. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención.

10

A continuación se describe el nudo de conexión para estructuras desplegadas de la invención, el cuál es ligero, manejable, económico y sencillo de fabricar y ensamblar, y permite aglutinar dos o más barras que puedan rotar y plegarse en torno al mismo; recibir una pluralidad de cables desde diferentes direcciones y ángulos; y que dichos cables puedan deslizar a través de dicho nudo para facilitar el plegado de la estructura.

15

Preferentemente, las estructuras desplegadas son espaciales y de Tensegridad, aunque no con carácter limitativo.

20

La figura 1 muestra un esquema de una realización básica del nudo de la invención, y en la figura 2 se puede observar una vista seccionada del mismo. La presente invención viene a resolver las carencias funcionales encontradas en la literatura sobre nudos de estructuras desplegadas y especialmente de estructuras de Tensegridad.

25

El nudo de la invención está compuesto por los siguientes elementos:

- Un núcleo central 11 formado por al menos un módulo de simetría axial, tal que cada al menos un módulo de simetría axial comprende un alma 111 y dos alas laterales 112.

30

Preferentemente, cada al menos un módulo de simetría axial presenta una sección con forma de U, tal que las dos alas laterales 112 son sustancialmente planas, sustancialmente perpendiculares al alma 111, que a su vez es sustancialmente plana, y sustancialmente paralelas entre sí, tal que cada una de ellas se une a un lateral opuesto del alma 111 mediante, por ejemplo, soldado, plegado, machihembrado, extrusionado o atornillado.

35

Además, una vez que el nudo de la invención se encuentra instalado y operativo en una estructura desplegada determinada, cada alma 111 comprendida en el al menos un módulo de simetría axial que forma el núcleo central 11, se sitúa preferentemente en sentido sustancialmente horizontal.

40

En otra posible realización, el núcleo central presenta una sección con forma de herradura, de tal forma que el alma es curva. Otra realización posible presenta una sección con forma de viga artesana, en donde las alas laterales no son totalmente paralelas y en su extremo libre llevan una solapa corta sustancialmente paralela al alma.

45

Las dos alas laterales 112 de cada al menos un módulo de simetría axial presentan perforaciones de fijación mecánica 214 y perforaciones de cable 215, configuradas para alojar fijaciones mecánicas 13 y cables de ala 19 respectivamente.

50

Cada fijación mecánica 13 se sitúa atravesando dos perforaciones de fijación mecánica 214 de las alas laterales 112, tal que cada perforación de fijación mecánica 214 se

encuentra en un ala lateral 112 diferente del mismo módulo de simetría axial y tal que preferentemente dichas dos perforaciones de fijación mecánica 214 se encuentran alineadas en el mismo eje, siendo éste paralelo al alma 111. De esta forma, preferentemente cada pieza de fijación mecánica 13, una vez instalada, se sitúa paralela al alma 111 y con sus dos extremos fuera del espacio que se forma entre las dos alas laterales 112.

Además, preferentemente cada cable de ala 19 atraviesa al menos una perforación de cable 215, y más preferentemente dos perforaciones de cable 215 de las alas laterales 112, tal que cada perforación de cable 215 se encuentra en un ala lateral 112 diferente del mismo módulo de simetría axial. En este caso, a diferencia de las fijaciones mecánicas 13, no es necesario que dichas dos perforaciones de cable 215 se encuentren alineadas en un eje determinado, por lo que el cable de ala 19, al atravesar el interior del núcleo central 11, puede hacerlo con un ángulo determinado respecto a las piezas de fijación mecánicas 13. Un experto en la materia entenderá que la ubicación de estas perforaciones de cable 215 tiene que ser tal que el cable de ala 19 que atraviesa dichas perforaciones de cable 215 no obstruya en ningún momento el giro que, una vez instaladas, las barras 12 realizan en el espacio comprendido entre las dos alas laterales 112. En otra posible realización, cada cable de ala 19 no atraviesa dichas perforaciones de cable 215 y no es continuo, sino que lleva una fijación, como por ejemplo un mosquetón, un grillete o una argolla, que permite anclarse a dichas perforaciones de cable 215.

En las figuras 1, 2, 3 y 4 se muestra un nudo que comprende un único módulo de simetría axial, comprendiendo a su vez dicho módulo de simetría axial, el alma 111 y las dos alas laterales 112. En este caso, es posible que confluyan en el nudo dos barras 12. Preferentemente, cuando el nudo comprende un único módulo de simetría axial, los laterales del alma 111 y de las dos alas laterales 112 que se encuentran unidos, tienen la misma longitud. Además, el alma 111 presenta una perforación 913, preferentemente en su centro o en un lugar cercano a él, configurada para alojar una unión mecánica central 15, que se detallará más adelante.

En el caso de que el número de módulos de simetría axial sea superior a uno, los al menos dos módulos de simetría axial pueden ser una única pieza, resultante de la fabricación, o ser piezas diferentes que se unen mediante un elemento de sujeción.

En una posible realización, como se muestra en las figuras 5-8, los al menos dos módulos de simetría axial son una única pieza, por lo tanto el núcleo central 11 no es modular. En este caso, la pieza que conforman los al menos dos módulos de simetría axial, presenta una perforación 913, preferentemente en el centro de dicha pieza o en un lugar cercano a él, configurada para alojar una unión mecánica central 15, que se detallará más adelante. Un experto en la materia entenderá que el centro de la pieza que conforman los al menos dos módulos de simetría axial, es equivalente a la intersección de las al menos dos almas 112, comprendidas en los al menos dos módulos y que forman una única pieza. En las figuras 5 y 6 se muestra un nudo formado por tres módulos de simetría axial que son una única pieza, comprendiendo cada uno de ellos el alma 111, y dos alas laterales 112, siendo posible que confluyan en dicho nudo tres barras 12. En las figuras 7 y 8 se muestra un nudo formado por cuatro módulos de simetría axial que son una única pieza, comprendiendo cada uno de ellos el alma 111 y dos alas laterales 112, siendo posible que confluyan en dicho nudo cuatro barras 12.

En otra posible realización, como se muestra en las figuras 10, 11 y 12, el núcleo central 11 está formado por tantos módulos de simetría axial como número de barras confluyen en cada nudo (valor k , en el caso de estructuras de Tensegridad), a excepción de que

confluyan en el nudo dos barras, pudiendo ser en tal caso necesario un único módulo de simetría axial. De este modo, no hace falta diseñar o fabricar núcleos centrales diferentes para cada tipo de nudo, sino que se pueden obtener mediante la unión de módulos de simetría axial. En las figuras 10, 11 y 12 se muestra un nudo formado por dos, tres y cuatro módulos de simetría axial, respectivamente, comprendiendo cada una de ellos el alma 111 y dos alas laterales 112, siendo posible que confluyan en dicho nudo dos, tres y cuatro barras respectivamente. En este caso, cada uno de los módulos de simetría axial se sitúa en torno a un eje central; siendo dicho eje perpendicular a cada alma 111 comprendida en los al menos dos módulos de simetría axial, y perpendicular, por tanto, a los ejes longitudinales de las fijaciones mecánicas.

Preferentemente, en este caso y como se observa en la figura 9, los laterales del alma 111 y los laterales de las dos alas laterales 112 que se encuentran unidos en cada módulo de simetría axial presentan diferente longitud, siendo dicha longitud mayor en el caso de los laterales del alma 111, permitiendo así la unión de los al menos dos módulos de simetría axial en su centro; el giro relativo de unos módulos de simetría axial con respecto a otros, sin interferencias ni colisiones; y ángulos y orientaciones de forma arbitraria. Para ello, en cada módulo de simetría axial, la sección perteneciente al alma 111 formada por aquella superficie cuyos laterales no están unidos a las alas laterales 112, presenta una perforación 913 configurada para alojar una unión mecánica central que se detallará más adelante, de tal forma que dichas secciones y sus correspondientes perforaciones 913 se sitúan superpuestas, uniendo así los al menos dos módulos de simetría axial que conforman el núcleo central 11.

Además, preferentemente, en el caso de que el nudo comprenda al menos dos módulos de simetría axial y que éstos no formen una única pieza, dichos al menos dos módulos de simetría axial son iguales, permitiendo de esta forma estandarizar su diseño, fabricación y montaje.

- Tantas fijaciones mecánicas 13 como barras 12 aglutine el nudo de conexión, estando dichas fijaciones mecánicas 13 configuradas para unir las barras 12 al núcleo central 11. Es decir, en cada al menos un módulo de simetría axial, cada fijación mecánica 13 atraviesa una primera perforación de fijación mecánica 214 de un ala lateral 112, la perforación de una barra 12 y una segunda perforación de fijación mecánica 214 del otro ala lateral 112, tal que preferentemente dichas tres perforaciones (las dos perforaciones de fijación mecánica 214 de las alas laterales y la perforación de la barra) se encuentran alineadas en el mismo eje, siendo éste paralelo al alma 111. Es decir, cada fijación mecánica 13 atraviesa una única barra 12.

Preferentemente dichas fijaciones mecánicas 13 son cilíndricas, permitiendo así el giro de la barra 12 que atraviesan, y además, preferentemente son tornillos con ojos. En otra posible realización, dichas fijaciones mecánicas 13 son pernos. Un experto en la materia entenderá que en el caso de que las fijaciones mecánicas 13 sean tornillos con ojos, en la argolla que conforma la cabeza de dicha fijación, se pueden unir cables con orientaciones diversas. En una posible realización, estos cables son continuos y atraviesan dicha argolla. En otra posible realización, los cables no son continuos sino que llevan una fijación, como por ejemplo un mosquetón o un grillete, que permite su anclaje a la argolla.

Cada fijación mecánica 13 presenta una sección de grosor inferior a la perforación de la barra 12 que las atraviesa. Esta holgura permite el giro entre la fijación mecánica 13 y la barra 12.

5 - Tantas fijaciones hembras 14 como fijaciones mecánicas 13, configuradas para evitar que dichas fijaciones mecánicas 13 se salgan de su alojamiento. En una posible realización, como se muestra en las figuras 3 y 5-8, la fijación hembra es una fijación sin argolla (generalmente tuercas que se roscan a los pernos o tornillos con ojos). En otra posible realización, como se muestra en las figuras 1 y 4, cada fijación hembra es un cáncamo hembra con un roscado interno, de tal forma que en la argolla se permite la unión de diversos cables con orientaciones diversas. En este caso, en una primera realización, los cables atraviesan dicho cáncamo. En una segunda realización, los cables no son continuos sino que llevan una fijación, como por ejemplo un mosquetón o un grillete, que permite su anclaje al cáncamo.

10 - Una unión mecánica central 15, preferentemente cilíndrica, que atraviesa la perforación 913 de la al menos un alma del núcleo central 11 (o de la pieza, en el caso de que el nudo comprenda al menos dos módulos de simetría axial formando una única pieza), y que está configurada para unir un conector cilíndrico 16 al núcleo central 11. En una posible realización la unión mecánica central 15 es un tornillo con un ojo, tal que la argolla que conforma la cabeza del tornillo se encuentra situada en el extremo opuesto en donde se sitúa el conector cilíndrico 16, y tal que dicho tornillo permite recibir en su argolla diversos cables axiales (continuos si atraviesan la argolla o discontinuos si se encuentran anclados a la misma), de tal forma que el nudo sea más versátil.

15 - Un conector cilíndrico 16, preferentemente roscado, cuyo eje longitudinal coincide con el eje longitudinal de la unión mecánica central 15, y donde dicho conector cilíndrico 16 se fija a aquel extremo de la unión mecánica central 15 que permite el contacto entre el conector cilíndrico 16 y la superficie de la al menos un alma (o la superficie de la pieza, en el caso de que el nudo comprenda al menos dos módulos de simetría axial formando una única pieza) más alejada de las fijaciones mecánicas 13.

20 Preferentemente, una vez que el nudo de la invención se encuentra instalado y operativo en una estructura desplegable determinada, el eje longitudinal del conector cilíndrico 16, se sitúa en sentido sustancialmente vertical, y por lo tanto perpendicular a la al menos un alma 111.

25 El objetivo de este conector cilíndrico 16 es doble: por un lado se evita que la unión mecánica central 15 se salga de su alojamiento; y por otro lado dicho conector 16 guía y/o amordaza a varios cables radiales 18 al mismo tiempo. Además, y para lograr este último objetivo, preferentemente el conector cilíndrico 16 es ranurado; es decir, presenta unas ranuras verticales para permitir el paso libre de los cables radiales 18.

30 - Un tope mecánico 17 se fija al extremo del conector cilíndrico 16 que no se encuentra en contacto con el alma, y que está configurado para evitar que los cables radiales 18 se salgan de las ranuras y para, adicionalmente, amordazar a dichos cables 18 y evitar su deslizamiento a lo largo del eje longitudinal del conector cilíndrico 16. Esta última aplicación es apropiada para conseguir que las distancias relativas de los cables radiales 18 se mantengan fijas (amordazándolos), o para permitir que sean variables (sin amordazar, solo guiando y dejando que los cables se deslicen a través de las ranuras del conector cilíndrico 16).

35 Preferentemente el material de cada elemento comprendido en el nudo de la invención (núcleo central, fijaciones mecánicas, fijaciones hembra, unión mecánica central, conector cilíndrico y tope mecánico) es acero, aunque un experto en la materia entenderá que el material puede ser cualquiera que cumpla una serie de requisitos como son: resistencia, tenacidad, dureza y durabilidad.

A continuación se describen las características y posiciones relativas, de los cables, radiales 18, de ala 19 y axiales, y de las barras 12 que conforman la estructura desplegable. En cualquier caso, un experto en la materia, entenderá que dichos cables 18, 19 y barras 12 quedan fuera del alcance del nudo de la presente invención.

5

- Los cables radiales 18 son los encargados de transmitir las cargas de tracción de la estructura en sentido sustancialmente perpendicular al eje longitudinal del conector cilíndrico 16, al quedar guiados o amordazados por dicho conector cilíndrico 16 y por el tope mecánico 17 y, por lo tanto, al quedar fijados al núcleo central 11 en todos sus sentidos. Gracias al nudo de la invención es posible que en la fase de construcción de la estructura desplegable, los cables radiales 18 puedan deslizarse entre las ranuras (continuos) simplificando así la construcción; pero que una vez puesto en servicio el nudo, se mantengan fijos (discontinuos).

10

15 Estos cables radiales 18, que pueden formar diversos ángulos entre sí, y que están en planos sustancialmente perpendiculares al eje del conector cilíndrico 16, pasan a través de las ranuras longitudinales efectuadas en el mismo. En el caso de haber más de un cable radial 18, los diversos cables 18 se apilan en contacto unos sobre otros en planos consecutivos.

20

- los cables de ala 19 son los encargados de transmitir las cargas de tracción de la estructura en sentido diagonal o paralelo con respecto a las alas laterales 112 que conforman el nudo, alojándose cada uno de ellos en al menos una perforación de cable 215 de un ala lateral 112, o en una fijación anclada a dicho ala lateral 112, tal y como se ha explicado anteriormente.

25

Preferentemente, los cables de ala 19 son continuos, es decir, no se encuentran anclados al nudo de la invención. Uno de los inconvenientes existentes en algunos nudos descritos en el estado de la técnica, y que es solucionado mediante esta nueva propuesta, es precisamente la discontinuidad en este tipo de cables. En estructuras desplegables, y en especial en las tensegríticas desplegables, a veces es necesario que estos cables no estén totalmente fijos a todos y cada uno de los nudos; en ocasiones es conveniente que estos cables puedan deslizarse por dentro del nudo para poder modificar las distancias relativas entre nudos consecutivos; eso sí, sin que el cable salga de ellos y se mantenga ensartado, con el fin de no tener que desmontar y volver a montar la conexión de nuevo. Gracias a la continuidad de los cables de ala 19, es posible el plegado y desplegado de la estructura.

30

35

- los cables axiales (no representados en las figuras), en la realización preferente de poder unirse al nudo de la invención, son los encargados de transmitir las cargas de tracción de la estructura en sentido diagonal o paralelo con respecto a las alas laterales 112 que conforman el nudo, alojándose cada uno de ellos en la argolla de la unión mecánica central, o en una fijación anclada a dicha argolla.

40

Además, y como se ha comentado anteriormente, el nudo de la invención permite la posibilidad de alojar otros cables tanto en las fijaciones mecánicas 13 como en las fijaciones hembra 14.

45

En la realización preferente descrita, y con este nuevo nudo, los cables radiales 18 pasan a través de un conector cilíndrico 16 que permite su paso a través de las ranuras verticales. Si se desea que los cables radiales 18 se deslicen a través del nudo, el tope mecánico 17 puede mantenerse roscado al conector cilíndrico 16 pero con holgura suficiente para no apretar los cables radiales 18. Si se quiere fijar la posición longitudinal de los cables radiales 18, se puede apretar el tope mecánico 17 dentro del conector

50

cilíndrico 16 hasta que amordace a dichos cables 18 que pasan a través de las ranuras del mismo.

5 Los cables de ala 19 también pueden pasar libremente a través del nudo, transmitiendo fácilmente las fuerzas necesarias pero permitiendo al mismo tiempo, mediante su deslizamiento, que dichos cables de ala 19 se acomoden a la posición más adecuada dentro de la estructura.

10 Los cables axiales también pueden pasar libremente a través de la argolla de la unión mecánica central 15 del nudo, transmitiendo fácilmente las fuerzas necesarias pero permitiendo al mismo tiempo, mediante su deslizamiento, que dichos cables axiales se acomoden a la posición más adecuada dentro de la estructura.

15 - las barras 12 son las encargadas de transmitir las fuerzas de compresión al nudo, siendo los elementos lineales rígidos que conforman la estructura. Cada barra 12 está perforada en uno de sus extremos, de tal forma que la perforación de una barra 12 y las perforaciones de fijación mecánica 214 de las dos alas laterales 112 se sitúan en el mismo eje, siendo éste paralelo al alma 111. De esta forma, tal y como se ha comentado anteriormente, la perforación de cada barra 12 y las perforaciones de fijación mecánica 214 de las dos alas laterales 112 que se sitúan en el mismo eje, son atravesadas por una fijación mecánica 13.

20

El extremo perforado de una barra 12 se ubica, para cada módulo de simetría axial, dentro del espacio que se forma entre las dos alas laterales 112 comprendidas en dicho módulo de simetría axial, de tal manera que al girar en torno a las fijaciones mecánicas 13 no se interfieran ni entre ellas, ni con el alma 111 de dicho módulo de simetría axial, ni con los cables de ala 19 que atraviesan el núcleo central 11.

25

Una de las principales funciones que ofrece el nudo de la invención es la plegabilidad. La disposición y forma de unión de las barras 12 al núcleo central 11 mediante una fijación mecánica 13, permite que cada al menos una fijación 13 y su barra asociada 12, puedan girar libremente con respecto al plano del alma del núcleo central 11 del nudo, sin restricciones ni contactos entre las distintas piezas. Tal y como se muestra en las imágenes, gracias al nudo de la invención, es posible conseguir la transformación de la figura 5 (desplegada) a la figura 6 (plegada) o de la figura 7 (desplegada) a la figura 8 (plegada).

30

35

Como se puede ver en las figuras, la solución propuesta es versátil para nudos de diferentes clases: para la unión de 2 barras (figura 3 y figura 4), de 3 barras (figura 5 y figura 6), de 4 barras (figura 7 y figura 8), y así indefinidamente.

40

Finalmente, otra gran ventaja de esta solución es la simplicidad, ligereza y economía. Se trata de un diseño que aprovecha elementos o partes de elementos comerciales que, modificados convenientemente, permiten su ensamblaje para un funcionamiento óptimo. El uso de componentes comercializados, debidamente transformados, favorece la facilidad de construcción e inmediatez de su obtención sin tener que fabricar todo desde el inicio. Consecuentemente, el coste final, tanto en términos de plazos como monetarios, es reducido y muy inferior al de otros nudos más complejos y sofisticados. Por la misma razón, el montaje del conjunto es sencillo e inmediato. Por añadidura, al ser un nudo con un núcleo central 11 eminentemente hueco, al que se le añaden pequeñas piezas comercializadas, destaca por su ligereza y liviandad.

45

50

Ejemplo

A continuación se muestra un ejemplo concreto de realización de la invención y los resultados obtenidos. El nudo de la invención está compuesto por los siguientes elementos:

- 5 - Un núcleo central formado por un módulo de simetría axial que comprende un alma y dos alas laterales, de tal forma que en este ejemplo de realización concreta es posible que confluyan en el nudo dos barras. Dicho módulo de simetría axial presenta una sección con forma de U, tal que las dos alas laterales son planas, perpendiculares al alma (que a su vez es plana) y paralelas entre sí, tal que cada una de ellas se une a un lateral opuesto del alma mediante soldado. Los laterales del alma y de las dos alas laterales que se encuentran unidos, presentan la misma longitud.

10 Las dos alas laterales del módulo de simetría axial presentan perforaciones configuradas para alojar fijaciones mecánicas y cables de ala. Además, el alma presenta una perforación en su centro, configurada para alojar la unión mecánica central.

- 15 - Dos fijaciones mecánicas (las mismas que barras aglutina el nudo de la invención), estando dichas dos fijaciones mecánicas configuradas para unir las barras al núcleo central. Es decir, cada fijación mecánica atraviesa una primera perforación de un ala lateral, la perforación de una barra y una segunda perforación del otro ala lateral, tal que dichas tres perforaciones se encuentran alineadas en el mismo eje, siendo éste perpendicular a dichas dos alas laterales. Por lo tanto, cada fijación mecánica atraviesa una única barra y una vez instalada, se sitúa paralela al alma y con sus dos extremos fuera del espacio que se forma entre las dos alas laterales.

20 Dichas fijaciones mecánicas son cilíndricas, permitiendo así el giro de la barra que atraviesan, y en concreto son tornillos con ojos, por lo que en la argolla que conforma la cabeza de dicha fijación, se pueden unir diversos cables con orientaciones diversas.

25 Cada fijación mecánica presenta una sección de grosor inferior a la perforación de la barra que las atraviesa. Esta holgura permite el giro entre la fijación mecánica y la barra.

- 30 - Dos fijaciones hembras (las mismas que fijaciones mecánicas), configuradas para evitar que las dos fijaciones mecánicas se salgan de su alojamiento. Cada fijación hembra es un cáncamo hembra con un roscado interno, de tal forma que en la argolla se permite la unión de diversos cables con orientaciones diversas.

35 - Una unión mecánica central cilíndrica, que atraviesa la perforación del alma, y que está configurada para unir el conector cilíndrico al núcleo central. La unión mecánica central es un tornillo con un ojo, tal que la argolla que conforma la cabeza del tornillo se encuentra situada en el extremo opuesto en donde se sitúa el conector cilíndrico, y tal que dicho tornillo permite recibir en su argolla, la unión de diversos cables axiales, de tal forma que el nudo es versátil.

40 - Un conector cilíndrico roscado y ranurado, cuyo eje longitudinal coincide con el eje longitudinal de la unión mecánica central, y donde dicho conector cilíndrico se fija a aquel extremo de la unión mecánica central que permite el contacto entre el conector cilíndrico y la superficie, más alejada de las fijaciones mecánicas, del alma.

45 - Un tope mecánico que se fija al extremo del conector cilíndrico que no se encuentra en contacto con el alma, y que está configurado para evitar que los cables radiales se salgan de las ranuras y para, adicionalmente, amordazar a dichos cables y evitar su deslizamiento a lo largo del eje longitudinal del conector cilíndrico.

El material de cada elemento comprendido en el nudo de la invención (núcleo central, fijaciones mecánicas, fijaciones hembra, unión mecánica central, conector cilíndrico y tope mecánico) es acero.

5 Los cables radiales, cuyas características quedan fuera de la presente invención, se encuentran en un plano perpendicular al eje del conector cilíndrico, y quedan guiados o amordazados por el conector cilíndrico y por el tope mecánico. Es decir, estos cables radiales pasan a través de las ranuras longitudinales efectuadas en el conector cilíndrico.
10 Gracias al nudo de la invención, es posible que en la fase de construcción de la estructura desplegable, los cables radiales puedan deslizarse entre las ranuras (continuos); pero que una vez puesto en servicio el nudo, se mantengan fijos por dicho tope (discontinuos).

15 Por otro lado, los cables de ala, cuyas características quedan fuera de la presente invención, son continuos y se alojan en dos perforaciones situadas en las alas laterales, tal que cada perforación se encuentra en un ala lateral diferente. En este caso, a diferencia de las fijaciones mecánicas, no es necesario que dichas dos perforaciones se encuentren alineadas en un eje determinado.

20 Además, los cables axiales son discontinuos y están anclados mediante un mosquetón en su extremo, a la argolla del tornillo con ojo que conforma la unión mecánica central. Del mismo modo, los cables que van unidos a las fijaciones mecánicas y fijaciones hembra son discontinuos y están anclados a la argolla de dichas fijaciones mediante un mosquetón en su extremo.

25 Por último, las barras, cuyas características quedan fuera de la presente invención, son los elementos lineales rígidos que conforman la estructura. Cada barra está perforada en uno de sus extremos, de tal forma que la perforación de una barra y las perforaciones de las dos alas laterales se sitúan en el mismo eje, siendo éste perpendicular a dichas dos alas, tal y como se ha explicado anteriormente.
30

En este ejemplo concreto, una vez que el nudo de la invención se encuentra instalado y operativo en una estructura desplegable determinada, el alma se sitúa en sentido horizontal.
35

En las figuras 13 y 14, se observa una malla de doble capa tensegrítica y desplegable, compuesta por barras diagonales (en la capa intermedia), cables continuos radiales (en la capa superior y capa inferior) cables continuos de ala (en la capa intermedia) y cables discontinuos axiales (uniendo pares de nudos que están alineados en la misma vertical).
40 Dicha estructura utiliza el nudo que se acaba de describir.

Cada uno de los nudos centrales recibe dos barras a compresión, uno o dos cables continuos radiales deslizables (y luego amordazados), un cable de ala deslizable, un cable axial fijo y dos tornillos con ojo que permiten fijar las barras y un número indefinido de cables de ala, lo mismo que los cáncamos hembra a los que se asocian.
45

Mediante el presente invento, es posible proceder al plegado de la malla en estado de servicio (figura 13) hasta contraerla de tal modo que todas sus barras queden prácticamente en vertical, reunidas en el centro y en una configuración mucho más compacta y manejable, óptima para el transporte o almacenaje (figura 14). En ambas imágenes, las barras están representadas por los segmentos de mayor grosor, y los cables mediante trazos más finos. Los nudos (que son el verdadero objeto de la invención) están representados de forma simbólica como la intersección entre ambos tipos de elementos.
55

REIVINDICACIONES

1. Nudo de conexión para una estructura desplegable configurado para aglutinar dos o más barras (12) que puedan rotar y plegarse en tomo al mismo; recibir una pluralidad de cables (18, 19) desde diferentes direcciones y ángulos; y que dichos cables (18, 19) puedan deslizarse a través de dicho nudo para facilitar el plegado de la estructura, que comprende:

- Un núcleo central (11) formado por al menos un módulo de simetría axial, donde cada al menos un módulo de simetría axial comprende: un alma (111) con una perforación (913) configurada para alojar una unión mecánica central (15); y dos alas laterales (112) con perforaciones de fijación mecánica (214) y perforaciones de cable (215) configuradas para alojar fijaciones mecánicas (13) y cables de ala (19) respectivamente, y en donde los laterales del alma (111) y de las dos alas laterales (112) se encuentran unidos;

- Tantas fijaciones mecánicas (13) como barras (12) aglutine el nudo de conexión, estando dichas fijaciones mecánicas (13) configuradas para unir las barras (12) al núcleo central (11), tal que en cada al menos un módulo de simetría axial, cada fijación mecánica (13) atraviesa una primera perforación de fijación mecánica (214) de un ala lateral (112), la perforación de una barra (12) y una segunda perforación de fijación mecánica (214) del otro ala lateral (112);

- Tantas fijaciones hembras (14) como fijaciones mecánicas (13), configuradas para evitar que dichas fijaciones mecánicas (13) se salgan de su alojamiento;

- Una unión mecánica central (15) que atraviesa la perforación (913) de la al menos un alma del núcleo central (11), configurada para unir un conector cilíndrico (16) al núcleo central (11);

- Un conector cilíndrico (16) configurado para evitar que la unión mecánica central (15) se salga de su alojamiento y para guiar y/o amordazar a varios cables radiales (18) al mismo tiempo, y cuyo eje longitudinal coincide con el eje longitudinal de la unión mecánica central (15);

- Un tope mecánico (17) que se fija al extremo del conector cilíndrico (16) que no se encuentra en contacto con dicha superficie de la al menos un alma (111), y que está configurado para evitar que los cables radiales (18) se salgan de dicho conector cilíndrico (16) y para, adicionalmente, amordazar a dichos cables (18) y evitar su deslizamiento a lo largo del eje longitudinal del conector cilíndrico (16).

2. El nudo de conexión de la reivindicación 1, donde en cada al menos un módulo de simetría axial, las dos alas laterales (112) son sustancialmente planas, sustancialmente perpendiculares al alma (111), que a su vez es sustancialmente plana, y sustancialmente paralelas entre sí, tal que cada una de ellas se encuentra unida a un lateral opuesto del alma (111).

3. El nudo de conexión de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde en cada al menos un módulo de simetría axial, las tres perforaciones atravesadas por cada fijación mecánica (13) - primera perforación de fijación mecánica de un ala lateral, perforación de la barra y segunda perforación de fijación mecánica del otro ala lateral - se encuentran alineadas en el mismo eje, siendo éste paralelo al alma (111), y donde cada fijación mecánica (13) se sitúa con sus dos extremos fuera del espacio que se forma entre las dos alas laterales (112).

4. El nudo de conexión de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un único módulo de simetría axial, donde los laterales del alma (111) y de las dos alas laterales (112) que se encuentran unidos presentan la misma longitud, y donde el alma (111) presenta una perforación (913) en su centro configurada para alojar la unión mecánica central (15).
5
5. El nudo de conexión de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende al menos dos módulos de simetría axial, donde en cada módulo de simetría axial los laterales del alma (111) y de las dos alas laterales (112) que se encuentran unidos presentan diferente longitud, siendo dicha longitud mayor en el caso de los laterales del alma (111), y donde dichos al menos dos módulos de simetría axial se sitúan en torno a un eje central, siendo dicho eje perpendicular a las al menos dos almas (111), tal que en cada módulo de simetría axial, la sección perteneciente al alma (111) formada por aquella superficie cuyos laterales no están unidos a las alas laterales (112), presenta una perforación (913) configurada para alojar la unión mecánica central. de tal forma que dichas secciones y sus correspondientes perforaciones (913) se sitúan superpuestas, uniendo así los al menos dos módulos de simetría axial que conforman el núcleo central (11).
10
15
6. El nudo de conexión de la reivindicación 5, donde dichos al menos dos módulos de simetría axial son iguales, permitiendo de esta forma estandarizar su diseño, fabricación y montaje.
20
7. El nudo de conexión de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende al menos dos módulos de simetría axial que forman una única pieza, y donde la pieza que conforman los al menos dos módulos de simetría axial presenta una perforación (913) en su centro, tal que dicho centro es equivalente a la intersección de las al menos dos almas (111), estando dicha perforación (913) configurada para alojar la unión mecánica central (15).
25
30
8. El nudo de conexión de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las fijaciones mecánicas (13) y la unión mecánica central (15) son cilíndricas.
9. El nudo de conexión de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las fijaciones mecánicas (13) son tornillos con ojos configurados para permitir el anclaje de diversos cables o su deslizamiento a través de la argolla que conforma la cabeza del tornillo.
35
10. El nudo de conexión de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las fijaciones hembra (14) son cáncamos con roscado interno configurados para permitir el anclaje de diversos cables o su deslizamiento a través de la argolla que conforma la cabeza del cáncamo.
40
11. El nudo de conexión de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la unión mecánica central 15) es un tornillo con un ojo, tal que la argolla que conforma la cabeza del tonillo se encuentra situada en el extremo opuesto en donde se sitúa el conector cilíndrico (16), y tal que dicho tornillo está configurado para permitir el anclaje de diversos cables axiales o su deslizamiento a través de dicha argolla.
45
12. El nudo de conexión de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el conector cilíndrico (16) es roscado, y presenta ranuras verticales para permitir el paso libre de los cables radiales (18).
50

13. El nudo de conexión de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el material de los elementos que lo comprenden es acero.
- 5 14. El nudo de conexión de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la estructura desplegable en la que se encuentra instalado es espacial y de Tensegridad.
- 10 15. El nudo de conexión de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde una vez que se encuentra instalado y operativo en una estructura desplegable determinada, cada alma (111) comprendida en el al menos un módulo de simetría axial que forma el núcleo central (11), se sitúa en sentido sustancialmente horizontal.

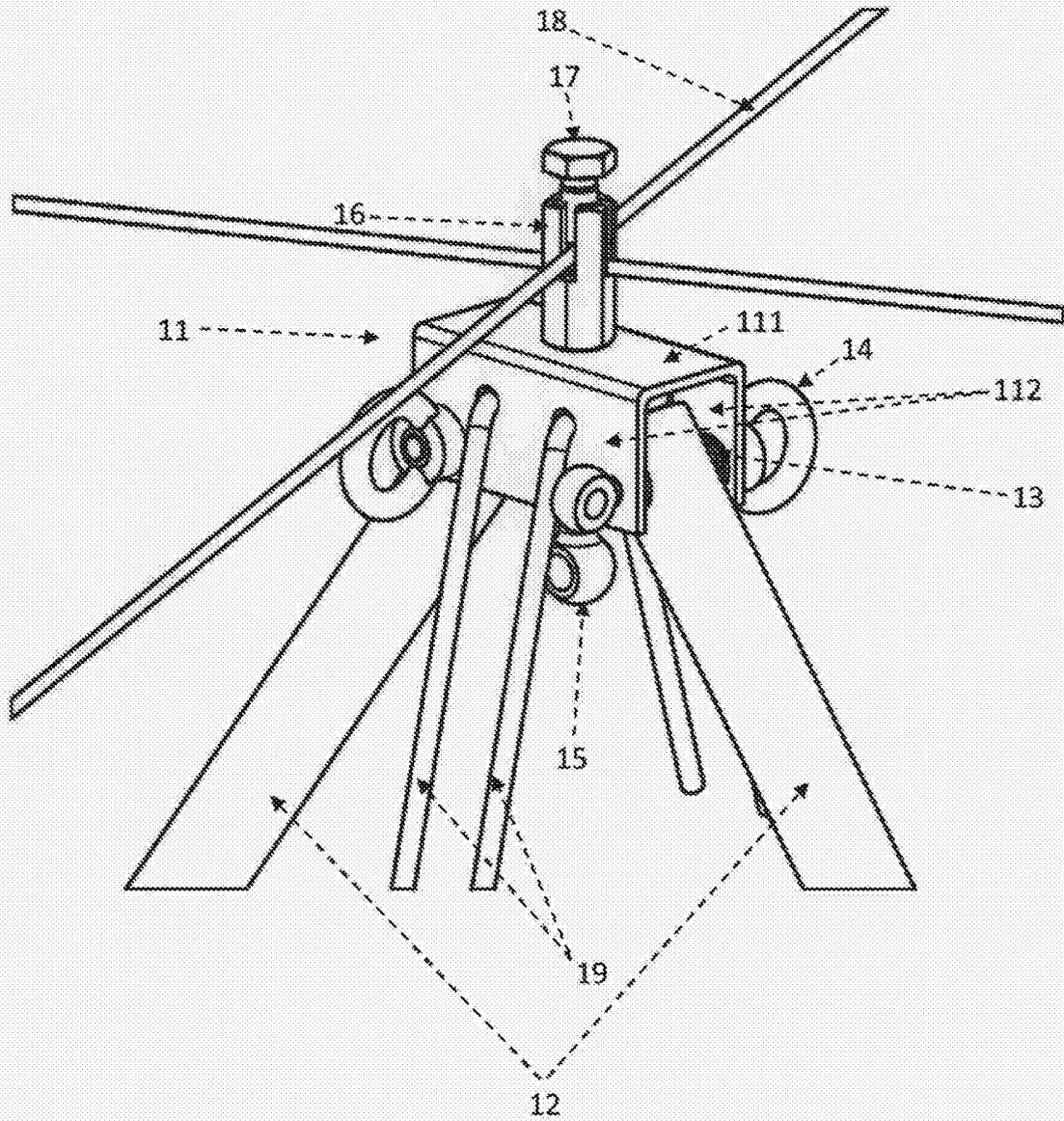


FIGURA 1

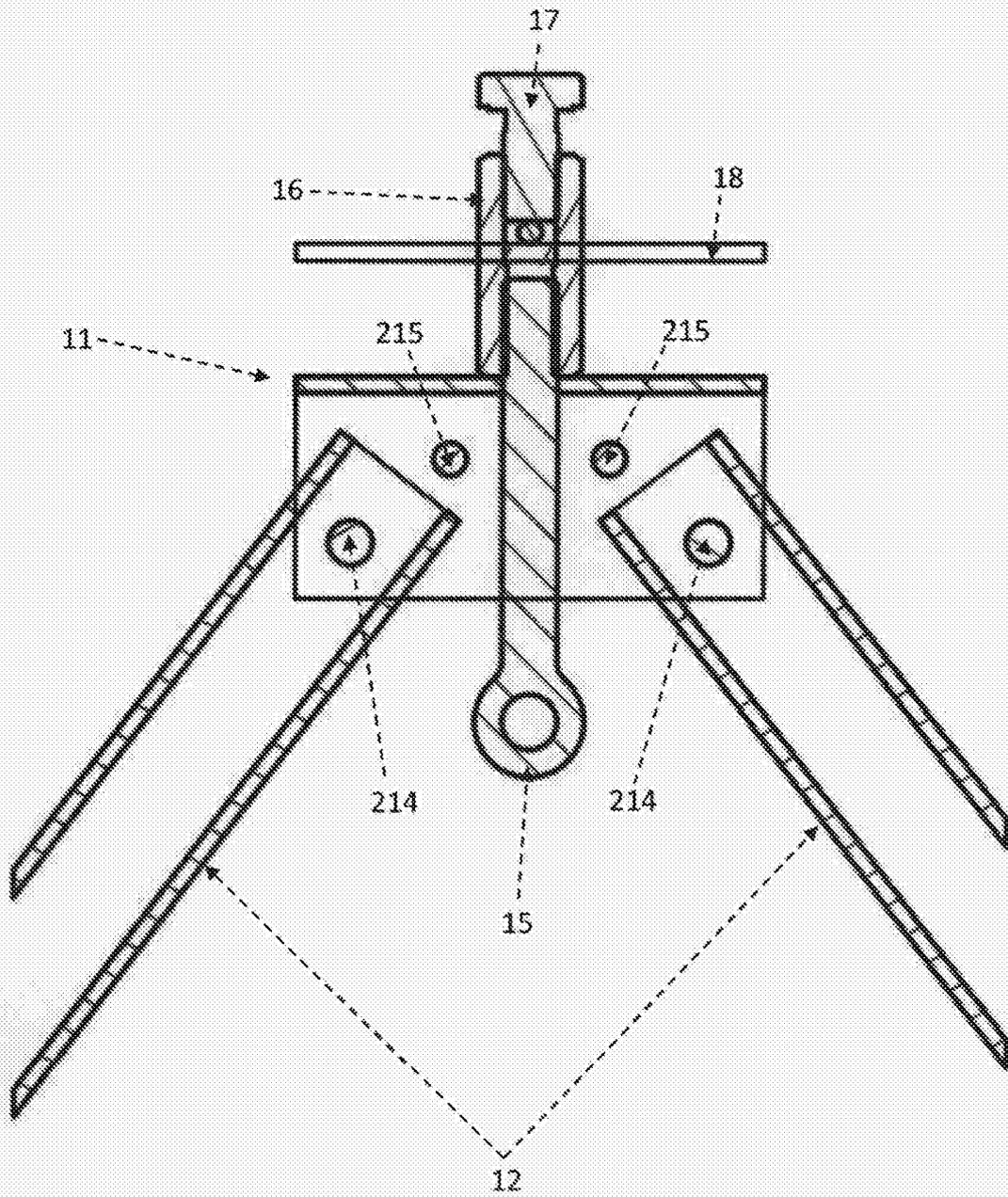


FIGURA 2

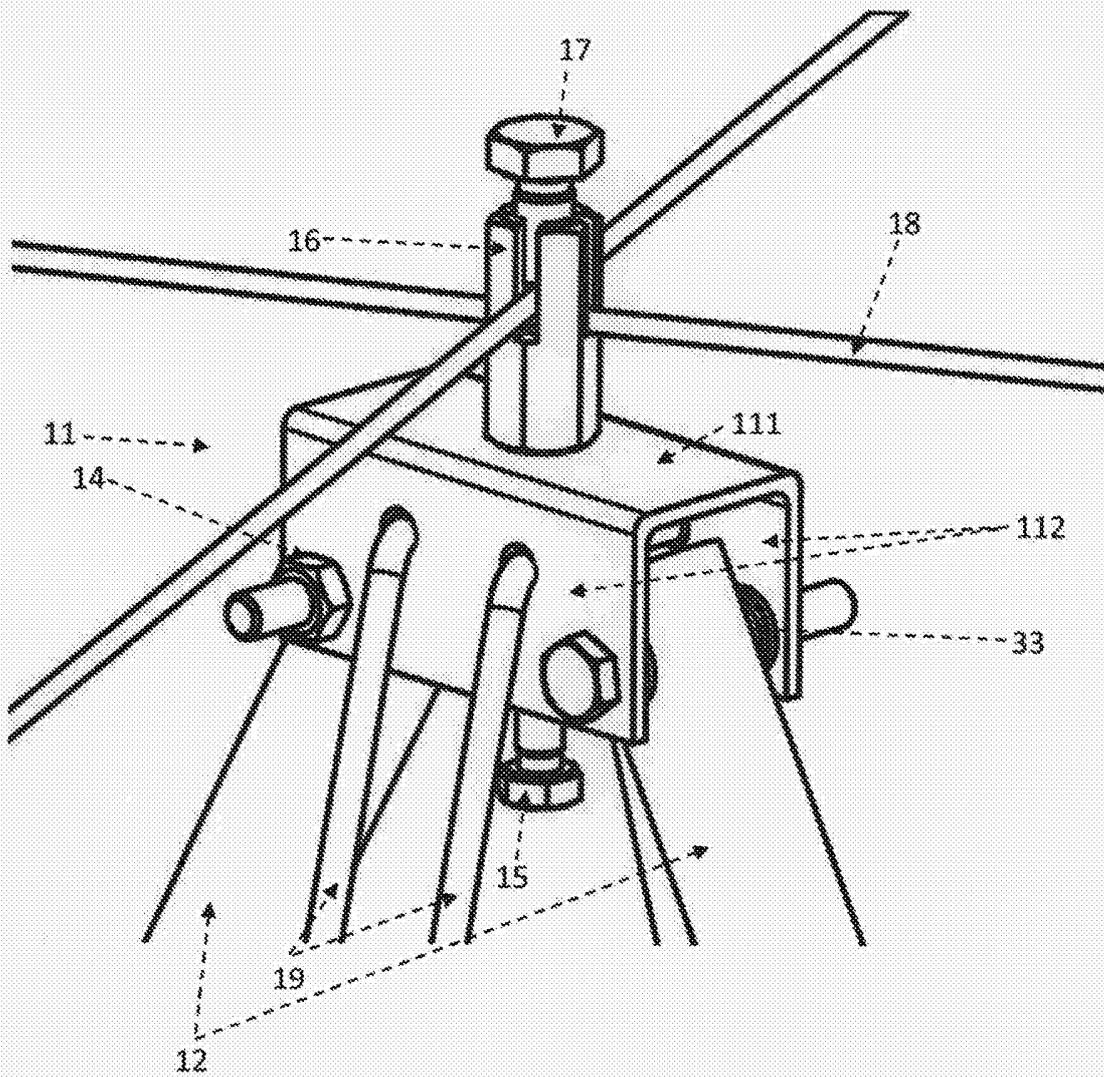


FIGURA 3

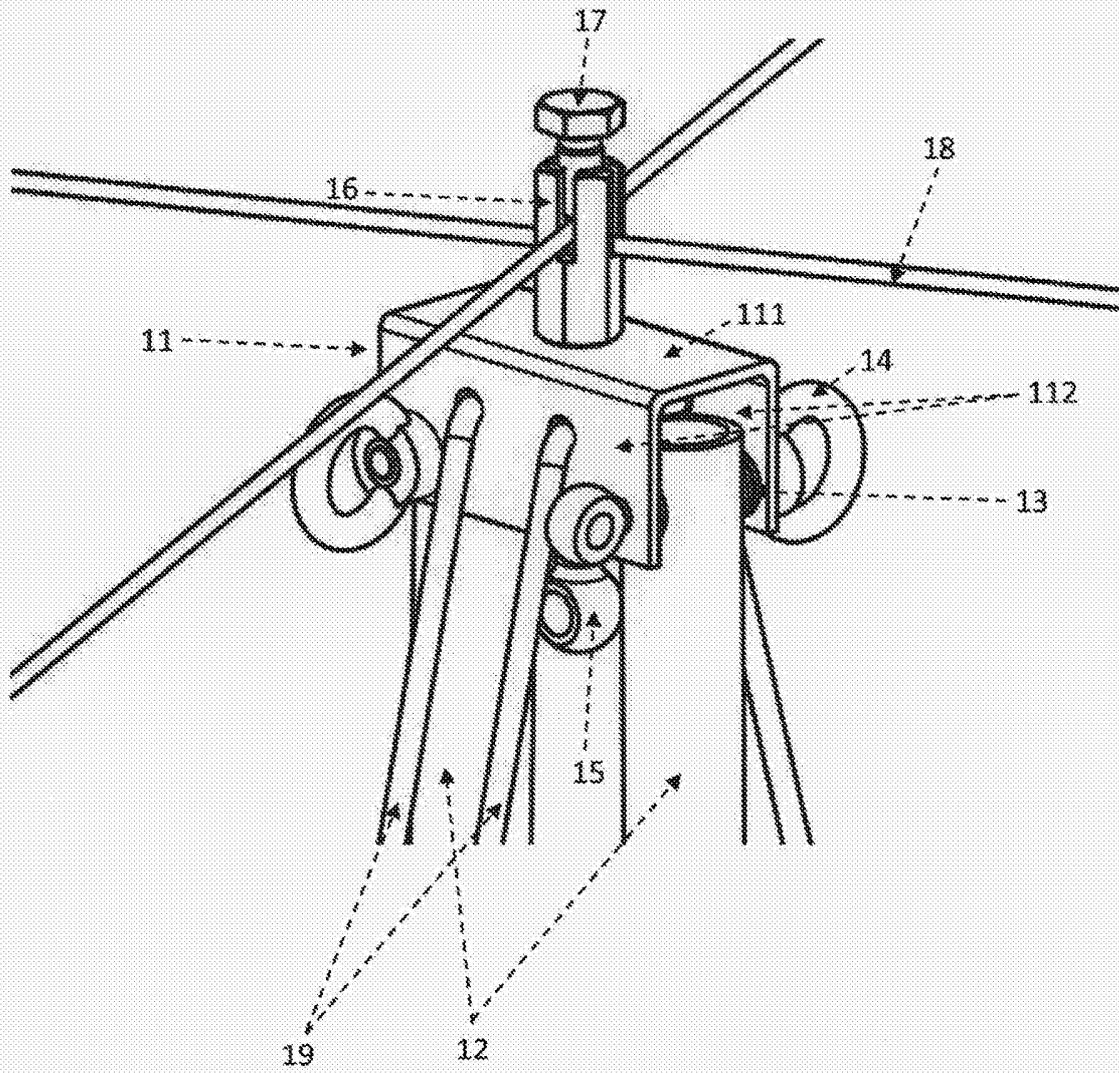


FIGURA 4

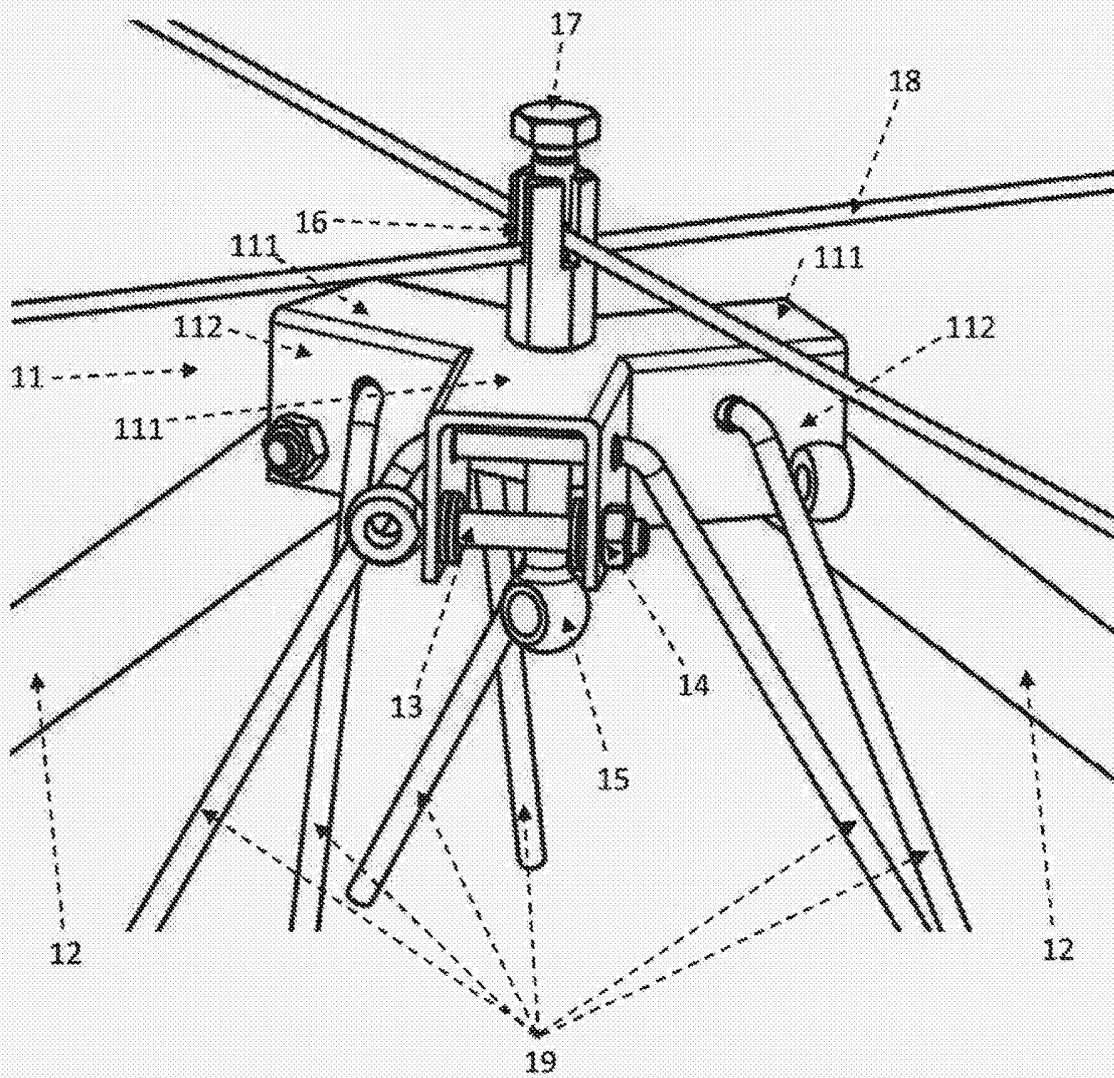


FIGURA 5

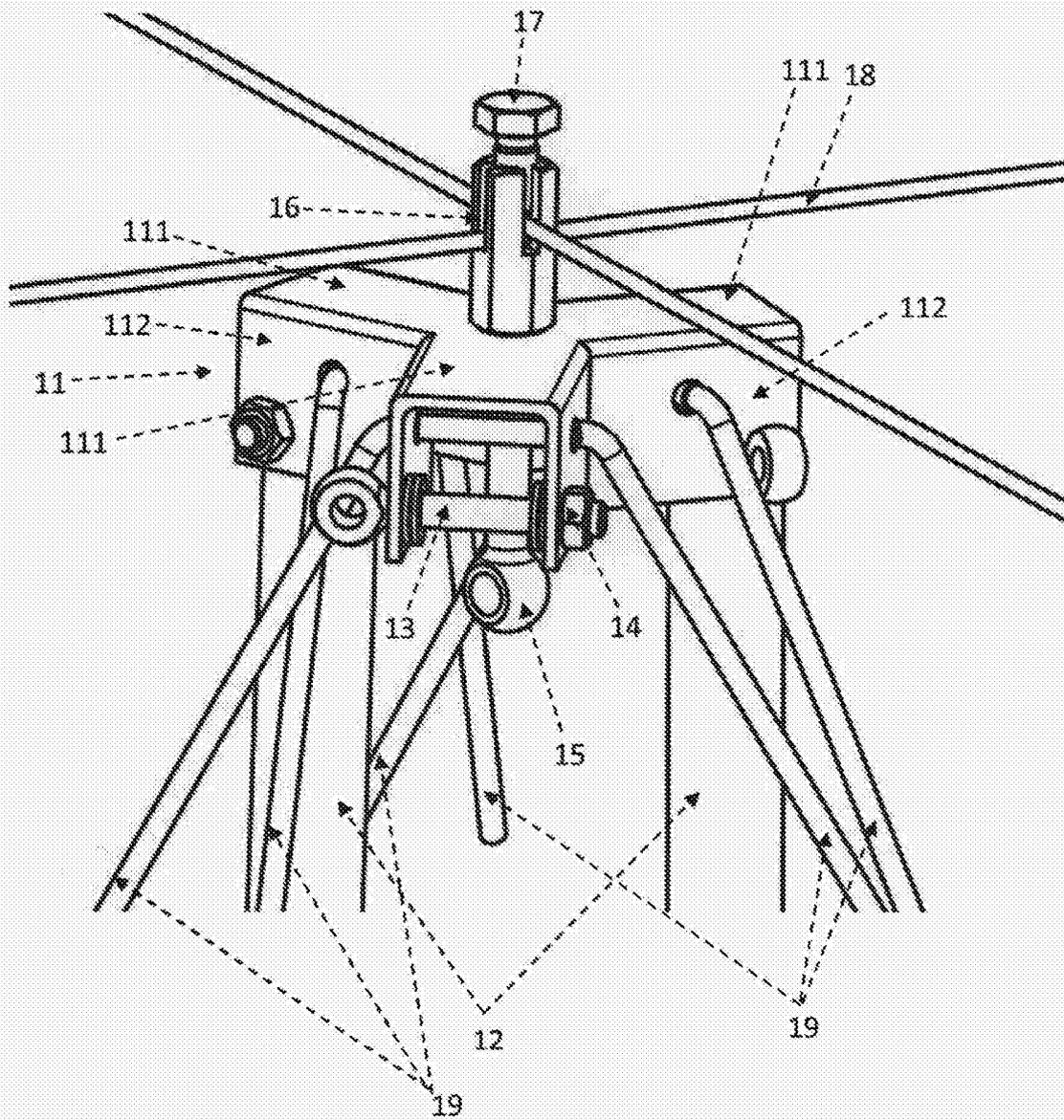


FIGURA 6

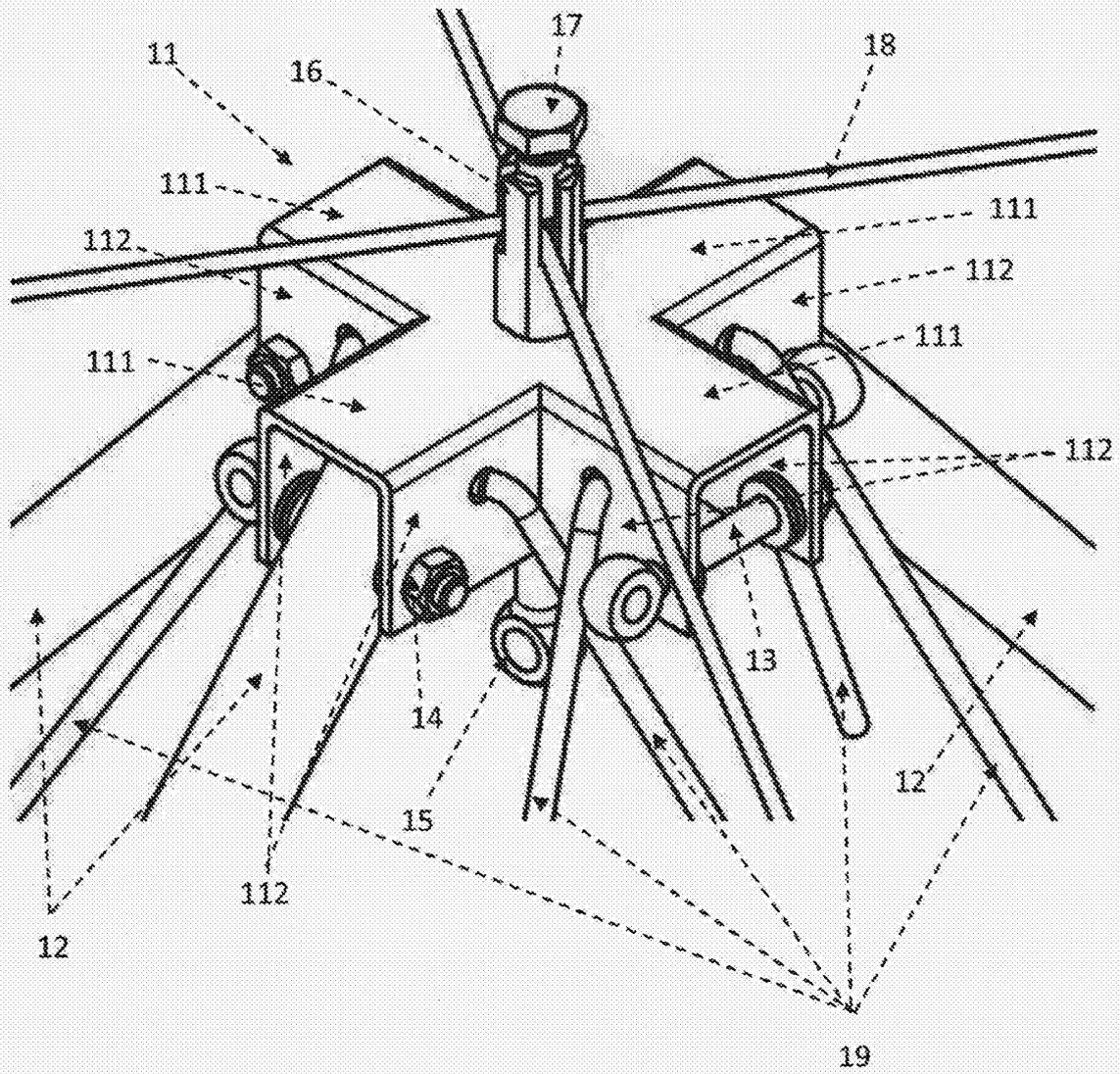


FIGURA 7

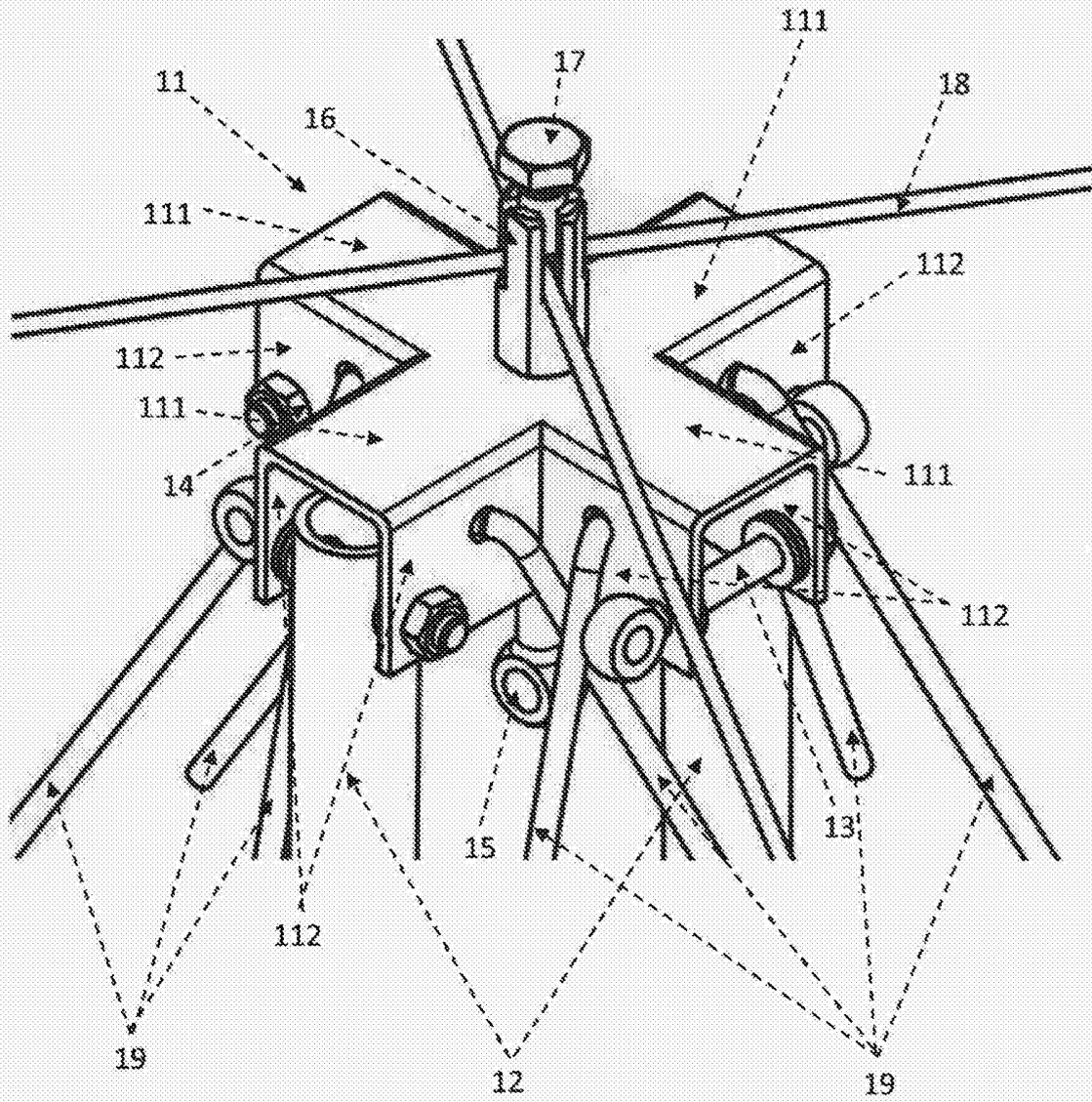


FIGURA 8

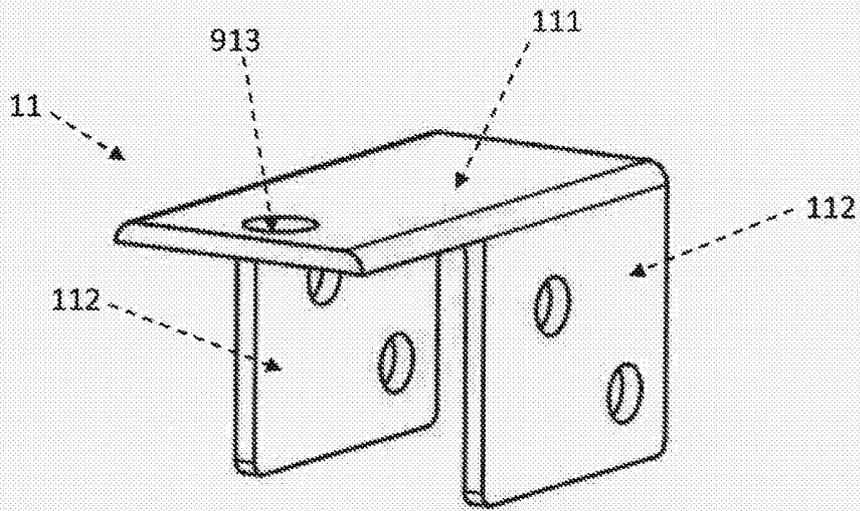


FIGURA 9

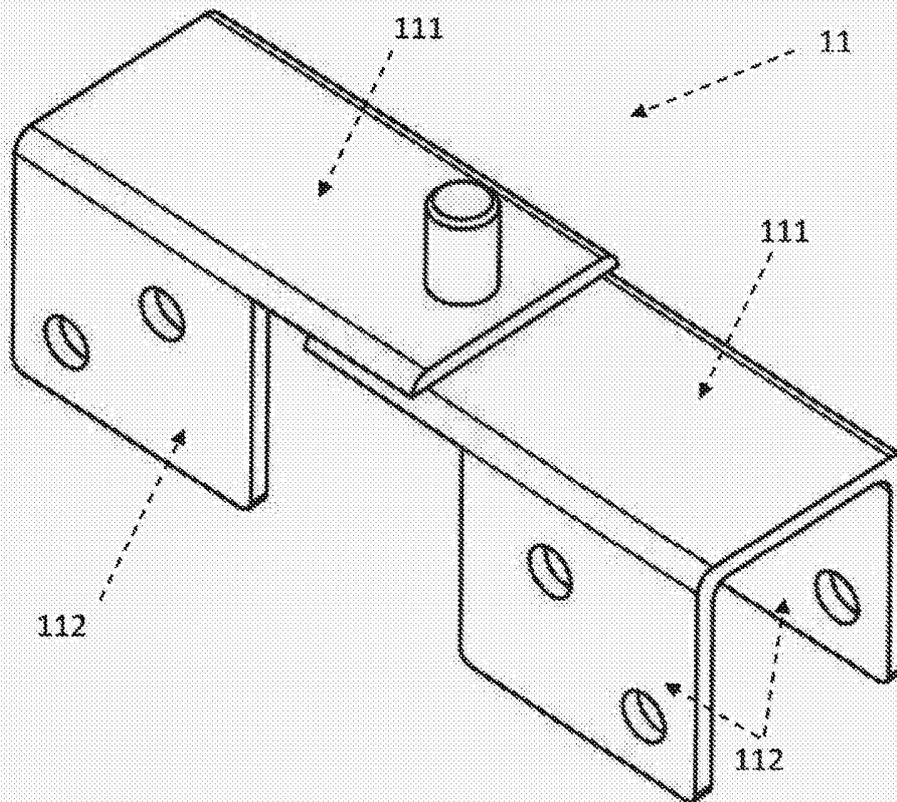


FIGURA 10

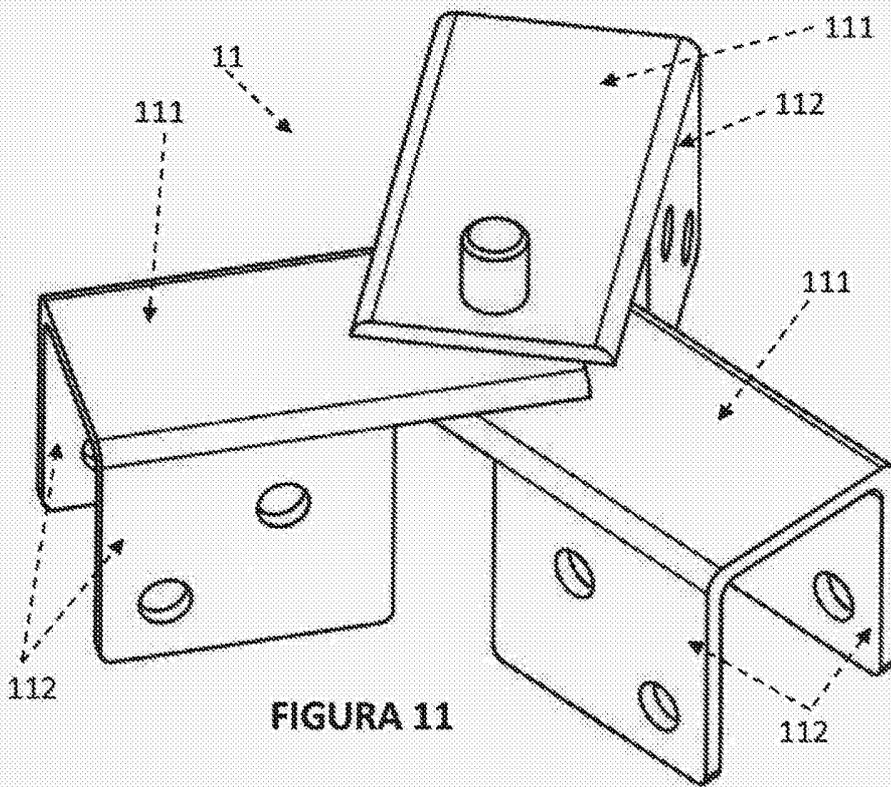


FIGURA 11

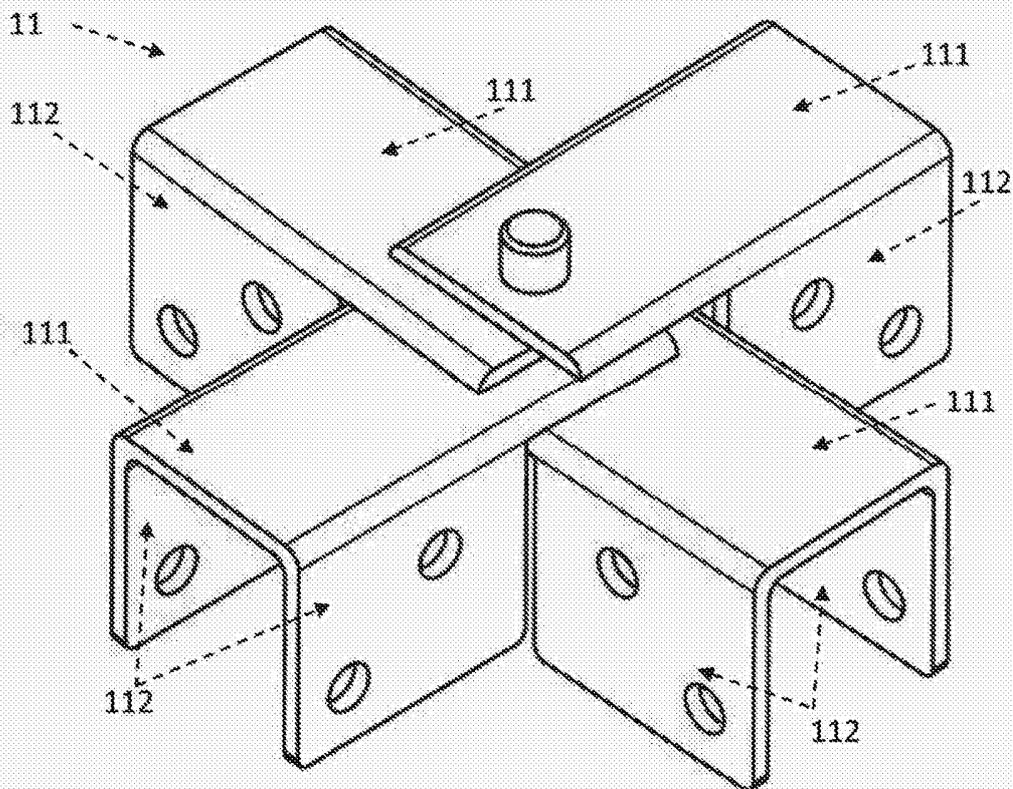


FIGURA 12

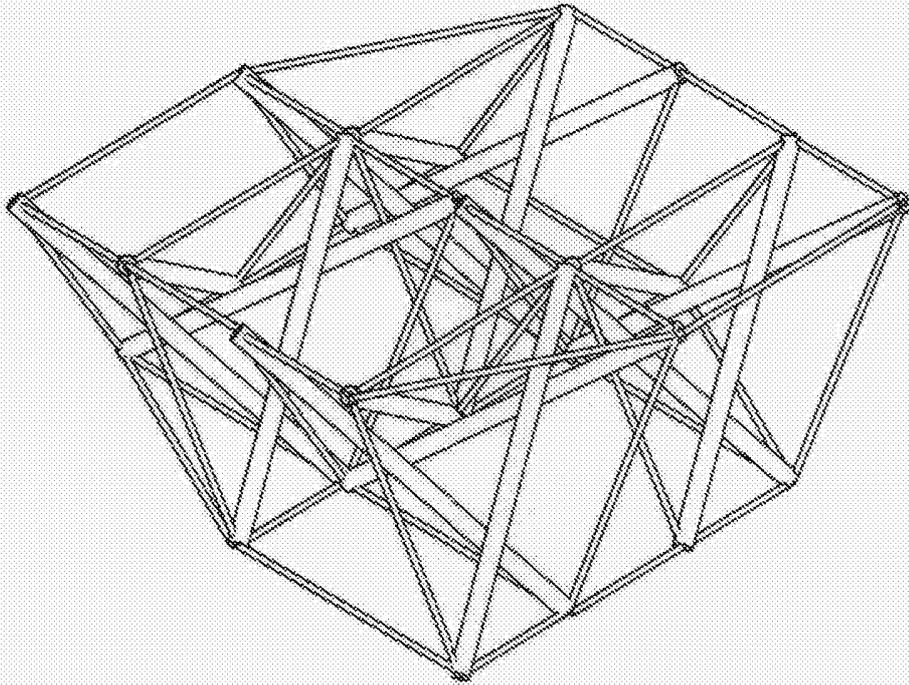


FIGURA 13

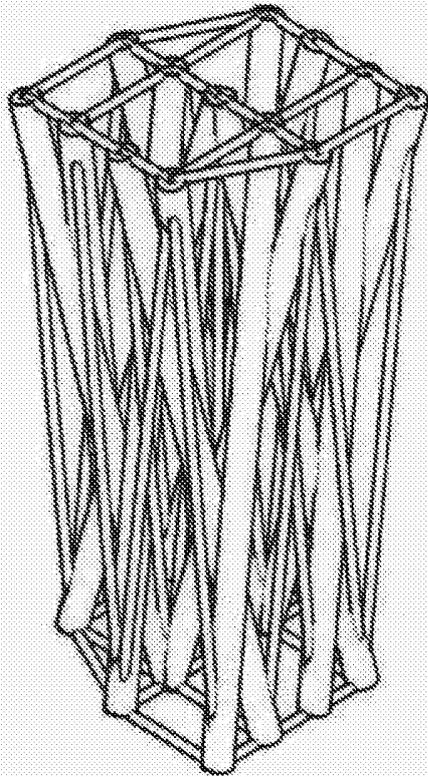


FIGURA 14



- 21 N.º solicitud: 201500190
22 Fecha de presentación de la solicitud: 03.03.2015
32 Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

5 Int. Cl. : **E04B1/19** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	56 Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	WO 2014068538 A1 (THALES ALENIA SPACE ITALIA S P A CON UNICO SOCIO) 08.05.2014, página 10, línea 36 – página 13, línea 22; resumen; figuras.	1-15
A	WO 0114654 A1 (RUECKERT GERHARD C) 01.03.2001, página 19, línea 10 – página 20, línea 9; resumen; figuras.	1-15
A	YU 37398 A (NESTOROVIC MIODRAG PROF DR ING) 22.11.1999, figuras.	1-15
A	JP H09166286 A (KAJIKAWA TAIJI) 24.06.1997, resumen de la base de datos EPODOC. Recuperado de EPOQUE; figuras.	1-15
A	US 3771274 A (VAUGHAN D) 13.11.1973, columna 4, línea 53 – columna 5, línea 60; resumen; figuras.	1-15

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
22.12.2015

Examinador
E. Balsera Porris

Página
1/4

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

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: 22.12.2015

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-15	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-15	SI
	Reivindicaciones	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	WO 2014068538 A1 (THALES ALENIA SPACE ITALIA S P A CON UNICO SOCIO)	08.05.2014
D02	WO 0114654 A1 (RUECKERT GERHARD C)	01.03.2001
D03	YU 37398 A (NESTOROVIC MIOBRAG PROF DR ING)	22.11.1999
D04	JP H09166286 A (KAJIKAWA TAIJI)	24.06.1997
D05	US 3771274 A (VAUGHAN D)	13.11.1973

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

Los documentos D01 a D05 muestran el estado de la técnica en el campo de la invención.

Ninguno de dichos documentos muestra una disposición de nudo de conexión para estructuras desplegadas como la que se revela en las reivindicaciones 1 a 15. Además, no se considera evidente para una persona experta en la materia poder obtener la invención reivindicada a partir de los documentos del estado de la técnica citados en el presente informe o de una combinación relevante de los mismos. Por lo tanto, la invención según las reivindicaciones 1 a 15 es nueva, implica actividad inventiva y tiene aplicación industrial (Art. 6, 8, 9 LP 11/86).