

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 921 098**

21 Número de solicitud: 202100019

51 Int. Cl.:

E04B 1/19 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

11.02.2021

43 Fecha de publicación de la solicitud:

17.08.2022

71 Solicitantes:

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

72 Inventor/es:

GÓMEZ JÁUREGUI, Valentín;
OTERO GONZÁLEZ, César;
MANCHADO DEL VAL, Cristina;
IGLESIAS PRIETO, Andrés;
GÁLVEZ TOMIDA, Akemi y
BOLADO MURGA, Iñigo

54 Título: **Nudo engranado acoplable para malla espacial**

57 Resumen:

Nudo de conexión para una estructura desplegable configurado para aglutinar un número de barras que puedan rotar y plegarse en torno al mismo; recibir una pluralidad de cables desde diferentes direcciones y ángulos; que dichos cables puedan deslizar a través de dicho nudo para facilitar el plegado de la estructura; que los cables radiales (18) formen ángulos distintos a 90°; que las barras siempre formen el mismo ángulo con el plano medio de la conexión; que los nudos se acoplen entre sí de una forma estable; y que dichos nudos se fijen fácilmente y no se suelten una vez que la estructura esté totalmente plegada.

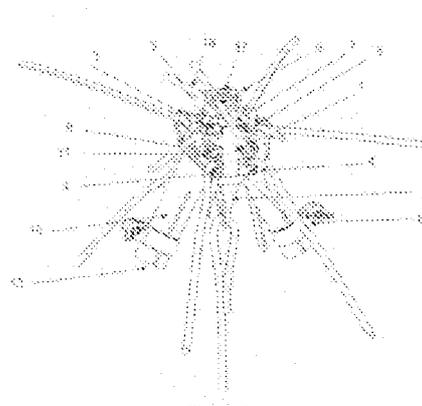


Figura 1

ES 2 921 098 A1

DESCRIPCIÓN

Nudo engranado acoplable para malla espacial

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 susceptible 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 A 1. Fecha de solicitud: 29/05/2002.
- [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.
- 20 [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". Universität 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:
- [8]: "Strut assembly node for reticular space frame structure". Fest. Etienne. Número de publicación EP1443153 A1. Fecha de depósito 29/01/2003.
- 35 [9]: A Self-Stress Maintening 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.
- 40 [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 & Plifug 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.

5 [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.

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

15 [17]: "Nudo de conexión para estructuras desplegadas". Gómez Jáuregui. Valentín; Otero González. César Antonio; Manchado del Val, Cristina; Iglesias Prieto. Andrés; Gálvez Tomida. Akemi; Quilligan. Michael; Casey. Tom. ES2555635B2. 03/05/2016.

[18]: "Assembly of foldable tensegrity modules", Jamin Frédéric; Quirant Jérôme; Averseng Julien; Devic Stéphan. WO2017194775.

20 [19]: "Nudo de conexión acoplable para estructuras desplegadas", Gómez Jáuregui, Valentín; Cue Palencia Francisco; Otero González, César Antonio; Manchado del Val, Cristina; Iglesias Prieto. Andrés; Gálvez Tomida. Akemi. ES2736600 (A1). 01/03/2020.

25 En estas situaciones con más de una barra confluyendo en cada nudo ([8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19]), 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], [17], [18], [19]).

30 Por otro lado, una desventaja adicional que presentan la mayoría de estos nudos ([8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [18]), es que las direcciones de los cables que con Huyen 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
35 para poder ser estable.

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 se deslice
40 por el interior de la sujeción. Los únicos casos que contemplan esta posibilidad son los nudos [13], [17], [18] y [19]. El [13] 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. Además, este nudo [13] destaca por su gran complejidad, elevado peso, dificultad de fabricación y excesivo precio. Por añadidura, ninguno de esos nudos [17] y [18] permite que los cables
45 deslizantes superiores formen ángulos distintos a 90° de manera versátil o que el número de cables deslizantes sea elevado (de más de 3 cables, por ejemplo).

Por otro lado, casi ninguno de los nudos encontrados en la literatura (salvo los nudos [8], [16], [17], que adolecen de otras importantes carencias ya descritas) aportan una solución que
50 permita el plegado de sus barras cuando éstas son un número par mayor de 2 (por ejemplo 4). Una excepción son los nudos [17] y [19], que aglutinan dos o más barras que puedan rotar y plegarse en tomo al mismo, permiten recibir una pluralidad de cables desde diferentes

direcciones y ángulos, permiten que dichos cables puedan deslizarse a través del nudo para facilitar el plegado de la estructura y que además son ligeros, manejables, económicos y sencillos de fabricar y ensamblar.

5 No obstante, el nudo [17], como muchos otros de los descritos anteriormente, tiene una serie de limitaciones que se exponen a continuación: no asegura que la disposición de las barras, a medida que se pliegan, formen el mismo ángulo con el plano medio del nudo; es difícilmente acoplable en horizontal, a otros nudos o barras anexas, debido a que su forma rectangular con protuberancias en los extremos no consigue una compactación óptima cuando la malla está
10 totalmente plegada; una vez que la estructura está totalmente plegada, no hay ningún mecanismo que fije dicha posición y que evite que vuelva a abrirse involuntariamente; no hay una solución versátil para que los cables deslizantes superiores formen ángulos distintos a 90°; no es posible que el número de cables deslizantes sea elevado (de más de 3 cables, por ejemplo).

15 En el caso del nudo [19], desarrollado por los inventores de la presente invención, éste cumple todos los requisitos necesarios, con la salvedad de varias características: aunque asegura la igualdad de giro relativa entre las barras, el mecanismo que produce este hecho es complejo; por otra parte, el nudo [19] asegura el acople entre nudos cuando se pliega la estructura, pero
20 este acople sólo se realiza mediante una geometría en el plano superior del nudo (bidimensional, y por lo tanto no estable); por último, los materiales y procesos de fabricación se antojan relativamente costosos.

25 En definitiva, en el estado de la técnica no existe ningún nudo que cumpla con las principales prestaciones de los nudos [17] y [19] y que, adicionalmente, permita que las barras siempre formen el mismo ángulo con el plano medio de la conexión sin mecanismos complejos, que consiga que, una vez que la estructura está totalmente plegada, los nudos se acoplen y fijen fácilmente entre sí de una forma estable mediante un acople tridimensional.

30 **Resumen de la invención**

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 un número de barras que puedan rotar y
35 plegarse en torno al mismo; recibir una pluralidad de cables desde diferentes direcciones y ángulos; que dichos cables puedan deslizarse a través de dicho nudo para facilitar el plegado de la estructura; que permita que los cables radiales formen ángulos distintos a 90°; que las barras siempre formen el mismo ángulo con el plano medio de la conexión; que consiga que los nudos se acoplen entre sí de una forma estable; y que dichos nudos se fijen fácilmente y no se
40 suelten una vez que la estructura está totalmente plegada, que comprende:

- Un núcleo central formado por una sola pieza de una determinada geometría, y que comprende a su vez las siguientes partes:

45 - Un saliente inferior con forma sensiblemente alargada en sentido vertical, entendiéndose dicha orientación durante el funcionamiento del nudo de la invención, y con una perforación en su extremo inferior configurada para alojar una unión con mosquetón o ganchos similares de conexión rápida;

50 - Al menos dos caras laterales, situadas enfrentadas dos a dos simétricamente respecto a un plano que contiene al eje vertical del núcleo central, tal que la parte inferior de las caras laterales está unida a la parte superior del saliente inferior, y tal que las caras

laterales comprenden perforaciones para alojar fijaciones mecánicas de rotación que conecten el núcleo central con unos entronques con ruedas dentadas;

- 5
- Al menos tantos pares de protuberancias perforadas laterales como barras confluyan en el nudo de la invención, estando dichas protuberancias situadas en los extremos laterales de las caras laterales como unas extensiones de las mismas, y con perforaciones configuradas para alojar cables laterales, tal que debido a que las caras laterales están enfrentadas dos a dos, también se encuentran enfrentadas dos a dos dichas protuberancias;
- 10
- Unos volúmenes salientes situados en la parte externa de las caras laterales;
- 15
- Unas protuberancias de pestañas salientes situados en la parte externa de las caras laterales, configuradas para realizar junto con los volúmenes salientes una unión geométrica tridimensional y evitar que los perfiles, una vez encajados, se suelten;
- 20
- Una zona superior, tal que la base inferior de la zona superior está unida a la parte superior de las caras laterales, y tal que la base superior de la zona superior presenta una abertura por la que se enrosca una unión mecánica de mordaza;
- 25
- Fijaciones mecánicas de rotación, tantas como barras aglutine el nudo de conexión, alojadas en las perforaciones del núcleo central, estando dichas fijaciones mecánicas de rotación configuradas para unir al núcleo central unos entronques con ruedas dentadas donde se anclan las barras, permitiendo su giro relativo, tal que cada fijación mecánica de rotación atraviesa una primera perforación de una cara lateral del núcleo central, la perforación de un entronque con rueda dentada y una segunda perforación de la cara lateral del núcleo central enfrentada, estando asimismo las perforaciones de las caras laterales del núcleo central enfrentadas entre sí;
- 30
- Tantas fijaciones hembras como fijaciones mecánicas de rotación, configuradas para evitar que dichas fijaciones mecánicas de rotación se salgan de su alojamiento, tal que las tres perforaciones atravesadas por cada fijación mecánica de rotación - primera perforación de un lateral del núcleo central, perforación del entronque con rueda dentada y segunda perforación del otro lateral del núcleo central - se encuentran alineadas en el mismo eje, siendo éste paralelo a las bases de la zona superior y cada fijación hembra se sitúa fuera del espacio que se forma entre los dos pares de laterales;
- 35
- Tantas fijaciones hembras como fijaciones mecánicas de rotación, configuradas para evitar que dichas fijaciones mecánicas de rotación se salgan de su alojamiento, tal que las tres perforaciones atravesadas por cada fijación mecánica de rotación - primera perforación de un lateral del núcleo central, perforación del entronque con rueda dentada y segunda perforación del otro lateral del núcleo central - se encuentran alineadas en el mismo eje, siendo éste paralelo a las bases de la zona superior y cada fijación hembra se sitúa fuera del espacio que se forma entre los dos pares de laterales;
- 40
- Tantos entronques con ruedas dentadas como barras confluyan en el nudo de la invención, tal que cada entronque cuenta en el extremo en contacto con el núcleo central con una rueda dentada configurada para engranar con la rueda dentada comprendida en el entronque situado en la cara lateral enfrentada, tal que cada rueda dentada se sitúa entre dos caras laterales, y tal que el extremo restante de cada entronque presenta una abertura configurada para introducir la barra de la estructura plegable, siendo dicha abertura de un perímetro ligeramente más amplio que la de la barra que se quiere insertar en ella;
- 45
- Una fijación situada en el extremo con abertura de cada entronque con rueda dentada, configurada para unir dicho entronque a la barra que se inserta en él;
- 50
- Un conector sujetacables con eje cilíndrico hueco, con holgura horizontal suficiente para permitir el paso libre de cables radiales, configurado para permitir el paso de una unión mecánica de mordaza, y cuyo eje central coincide con el eje longitudinal de la unión mecánica;

- Una unión mecánica de mordaza que se fija a la parte superior del núcleo central y que atraviesa y amordaza el conector sujetacables para evitar que los cables radiales se salgan o deslicen a través de él.

5 En una posible realización, el núcleo central es de un tamaño cuya altura y anchura están comprendidas entre 5 y 50 cm.

En una posible realización, el eje vertical del núcleo central atraviesa el centro de la perforación del saliente inferior.

10 En una posible realización, cada par de caras laterales es sustancialmente perpendicular al eje de giro de las barras, y sustancialmente paralelas entre sí dos a dos.

15 En una posible realización, el nudo es de clase dos, comprende dos caras laterales y las ruedas dentadas son cilíndricas. En otra posible realización, el nudo es de clase n, siendo n un número mayor o igual que 3, comprende el doble de caras laterales que de barras y las ruedas dentadas son cónicas.

20 En una posible realización, los volúmenes salientes son cuadrangulares, y la mitad de las caras laterales del núcleo central comprenden en su parte inferior dos volúmenes salientes con unos topes laterales, y las caras laterales restantes y enfrentadas comprenden en su parte inferior dos volúmenes salientes con un prisma cuadrangular, tal que durante el funcionamiento del nudo, al acoplarse dos nudos contiguos, los topes de una cara de un nudo evitan el movimiento horizontal y vertical del prisma cuadrangular de la otra cara del otro nudo.

25 En una posible realización, la zona superior tiene forma de tronco-cono, de tal modo que su base inferior es más ancha para poder unirse a la parte superior de las caras laterales, y la base superior es más estrecha puesto que su única misión es contener el agujero roscado en el que se aloja la unión mecánica de mordaza. En otra posible realización, la zona superior es
30 recta y sus dos bases son circulares.

En una posible realización, las fijaciones mecánicas de rotación son cilíndricas.

35 En una posible realización, las aberturas y las barras de la estructura plegable son cilíndricas, y el diámetro de las primeras es ligeramente mayor que el de las segundas.

En una posible realización, la fijación es de tipo abrazadera.

40 En una posible realización, el conector sujetacables está conformado por al menos un par de piezas, tal que una pieza del par es plana y la otra en forma de U, de modo que la primera se inserta dentro de la segunda para permitir el acercamiento mutuo y el aprisionado de cables que discurren entre ambas, tal que cada par de piezas puede aprisionar hasta dos cables paralelos.

45 **Breve descripción de las figuras**

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
50 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 y en donde los dos cables deslizantes superiores forman 16° .

5 La figura 2 muestra un esquema de la vista en alzado de un nudo de clase 2 desplegado, de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 3 muestra un esquema de la vista seccionada de un nudo de clase 2 desplegado, en donde se puede apreciar la geometría de las ruedas dentadas cilíndricas, de acuerdo con una realización de la invención.

10 La figura 4 muestra un esquema de un nudo de clase 2 desplegado, en donde se puede apreciar la fijación de una de las dos barras de la estructura plegable al entronque del nudo y su fijación mediante una conexión bridada, de acuerdo con una realización de la invención.

15 La figura 5 muestra un esquema de un nudo de clase 2 plegado, de acuerdo con una realización de la invención.

20 La figura 6 muestra un esquema de la pieza plana y la pieza en forma de U, así como una pieza en forma de U de otro par, de un conector sujetacables, de acuerdo con una realización de la invención, en donde los dos cables deslizantes superiores forman 30° .

La figura 7 muestra un esquema de un nudo de clase 2 desplegado, de acuerdo con una realización de la invención, en donde los dos cables deslizantes superiores forman 90° .

25 La figura 8 muestra un esquema de un nudo de clase 2 desplegado, de acuerdo con una realización de la invención, en donde los tres cables deslizantes superiores forman 60° .

30 La figura 9 muestra un esquema de un nudo de clase 4 desplegado, de acuerdo con una realización de la invención, en donde los cables diagonales y una de las barras no se ilustran para visualizar bien la geometría del nudo.

35 La figura 10 muestra un esquema de la vista seccionada de un nudo de clase 4 desplegado, en donde se puede apreciar la geometría de las ruedas dentadas cónicas, y en donde dos barras no se ilustran para visualizar bien la geometría del nudo, de acuerdo con una realización de la invención.

40 La figura 11 muestra un esquema de un nudo de clase 4 plegado, de acuerdo con una realización de la invención, en donde los cables diagonales y una de las barras no se ilustran para visualizar bien la geometría del nudo.

La figura 12 muestra un esquema de la vista en alzado de un nudo de clase 4 plegado, de acuerdo con una realización de la invención, en donde los cables diagonales y una de las barras no se ilustran para visualizar bien la geometría del nudo.

45 La figura 13 muestra un detalle del nudo central de clase 2 por sus dos laterales, en donde se aprecia la geometría de las protuberancias laterales que permiten el acople entre dos nudos contiguos, de acuerdo con una realización de la invención.

50 La figura 14 muestra una vista de una estructura espacial plegada en donde dos nudos de clase 2 aparecen acoplados y fijados al mismo nivel para que no se suelten involuntariamente.

La figura 15 muestra una vista en planta de una estructura espacial plegada en donde dos nudos de clase 2 aparecen acoplados y fijados para que no se suelten involuntariamente.

5 La figura 16 muestra una vista de una estructura espacial plegada en donde cuatro nudos de clase 4 aparecen acoplados y fijados dos a dos al mismo nivel para que no se suelten involuntariamente.

10 La figura 17 muestra una vista en planta de una estructura espacial plegada en donde cuatro nudos de clase 4 aparecen acoplados y fijados dos a dos para que no se suelten involuntariamente.

La figura 18 muestra un alzado de una estructura espacial plegada en donde dos nudos de clase 4 aparecen acoplados y fijados para que no se suelten involuntariamente.

15 La figura 19 muestra un esquema de una malla de doble capa tensegrítica, de clase 2, desplegada.

La figura 20 muestra un esquema de una malla de doble capa tensegrítica, de clase 2, plegada.

20 **Descripción detallada de la invención**

25 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.

30 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.

35 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.

40 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.

45 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 un número de barras que puedan rotar y plegarse en torno al mismo; recibir una pluralidad de cables desde diferentes direcciones y ángulos; que dichos cables puedan deslizar a través de dicho nudo para facilitar el plegado de la estructura; que los cables deslizantes superiores formen ángulos distintos a 90°; que las barras siempre formen el mismo ángulo con el plano medio de la conexión; que los nudos se acoplen entre sí de una forma estable; y que dichos nudos se fijen fácilmente y no se suelten una vez que la estructura está totalmente plegada.

50 La presente invención viene a resolver las carencias funcionales encontradas en la literatura sobre nudos de estructuras desplegadas y especialmente de estructuras de Tensegridad.

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

5 El nudo de la invención debe ser de un material tal que tenga resistencia suficiente para soportar los esfuerzos recibidos por parte de las barras y los cables de la estructura, así como que permita una fabricación sencilla mediante fundición, mecanizado, fabricación aditiva, etc. Ejemplos de materiales del nudo de la invención son: acero, Nylon. ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno), Policarbonato 30 (PC), ABS/PC y resina Epoxi, siendo el modo preferente de fabricación la fabricación aditiva o impresión 3D.

10 El nudo de la invención comprende un núcleo central 1 formado por una sola pieza de una determinada geometría, de un tamaño cuya altura y anchura están preferentemente comprendidas entre 5 y 50 cm. y que comprende a su vez las siguientes partes:

15 - Un saliente inferior 2 con forma sensiblemente alargada en sentido vertical, entendiéndose dicha orientación durante el funcionamiento del nudo de la invención, y con una perforación en su extremo inferior configurada para alojar una unión con mosquetón o enganches similares de conexión rápida. Un experto en la materia entenderá que el diámetro de la perforación debe ser tal que permita enganchar dicha conexión rápida con suficiente holgura para facilitar dicha
20 maniobra de enganche. En una posible realización, el eje vertical del núcleo central 1 atraviesa el centro de la perforación del saliente inferior 2.

- Al menos dos caras laterales, situadas enfrentadas dos a dos simétricamente respecto a un plano que contiene al eje vertical del núcleo central 1, tal que la parte inferior de las caras laterales está unida a la parte superior del saliente inferior 2. Las caras laterales comprenden perforaciones 6 para alojar fijaciones mecánicas de rotación 9 que conecten el núcleo central 1 con unos entronques con ruedas dentadas 10. Preferentemente, cada par de caras laterales es sustancialmente perpendicular al eje de giro de las barras, y sustancialmente paralelas entre sí
25 dos a dos.

30 En el caso de que el nudo sea de clase dos (dos barras) el nudo de la invención comprende preferentemente dos caras laterales. En el caso de que el nudo de la invención sea de clase n (n barras), siendo n un número mayor o igual que 3, el nudo comprende el doble de caras laterales que de barras.

35 - Al menos tantos pares de protuberancias perforadas laterales 3 como barras confluyan en el nudo de la invención, estando dichas protuberancias 3 situadas en los extremos laterales de las caras laterales como unas extensiones de las mismas, y con perforaciones configuradas para alojar cables laterales. Por tanto, y debido a que las caras laterales están enfrentadas dos a dos, también se encuentran enfrentadas dos a dos dichas protuberancias 3. Un experto en la materia entenderá que el diámetro de la perforación debe ser tal que permita el paso y doblez
40 de un cable de diámetro normalizado y que el tamaño de las protuberancias perforadas laterales 3 debe ser tal que tenga suficiente masa y volumen para alojar las perforaciones y resistir mecánicamente los esfuerzos de los cables que pasan por ellas.

45 - Unos volúmenes salientes 4, preferentemente cuadrangulares (véase figura 13), situados en la parte externa de las caras laterales. Preferentemente, la mitad de las caras laterales del núcleo central 1 comprenden en su parte inferior dos volúmenes salientes 4 con unos topes laterales, y las caras laterales restantes y enfrentadas comprenden en su parte inferior dos
50 volúmenes salientes 4 con un prisma cuadrangular, tal que durante el funcionamiento del nudo, al acoplarse dos nudos contiguos, los topes de una cara de un nudo evitan el movimiento horizontal y vertical del prisma cuadrangular de la otra cara del otro nudo.

5 - Unas protuberancias de pestañas salientes 5 (véase figura 13), situados en la parte externa de las caras laterales, configuradas para realizar junto con los volúmenes salientes 4 una unión geométrica tridimensional y evitar que los perfiles, una vez encajados, se suelten. Un experto en la materia entenderá que el diámetro de la pestaña debe ser tal que permita que se doble mínimamente para encajar en el hueco de pestaña de la cara opuesta de un nudo contiguo al que se vaya a acoplar.

10 - Una zona superior 7, tal que la base inferior de la zona superior 7 está unida a la parte superior de las caras laterales, y tal que la base superior de la zona superior 7 presenta una abertura por la que se enrosca una unión mecánica de mordaza 17. En una posible realización, la zona superior 7 tiene forma de tronco-cono, de tal modo que su base inferior es más ancha para poder unirse a la parte superior de las caras laterales, y la base superior es más estrecha puesto que su única misión es contener el agujero roscado en el que se aloja la unión mecánica de mordaza 17. En otra posible realización, la zona superior 7 es recta y sus dos bases son circulares.

El nudo de la invención comprende además los siguientes elementos:

20 - Fijaciones mecánicas de rotación 9, tantas como barras aglutine el nudo de conexión, alojadas en las perforaciones 6 del núcleo central 1 estando dichas fijaciones mecánicas de rotación 9 configuradas para unir al núcleo central 1 unos entronques con ruedas dentadas 10 donde se anclan las barras, permitiendo su giro relativo, tal que cada fijación mecánica de rotación 9 atraviesa una primera perforación 6 de una cara lateral del núcleo central 1, la perforación de un entronque con rueda dentada 10 y una segunda perforación 6 de la cara lateral del núcleo central 1 enfrentada, estando asimismo las perforaciones 6 de las caras laterales del núcleo central 1 enfrentadas entre sí. En una posible realización, las fijaciones mecánicas de rotación 9 son cilíndricas.

30 - Tantas fijaciones hembras 11 como fijaciones mecánicas de rotación 9, configuradas para evitar que dichas fijaciones mecánicas de rotación 9 se salgan de su alojamiento. Por tanto, las tres perforaciones atravesadas por cada fijación mecánica de rotación 9 - primera perforación 6 de un lateral del núcleo central 1, perforación del entronque con rueda dentada 10 y segunda perforación 6 del otro lateral del núcleo central 1 - se encuentran alineadas en el mismo eje, siendo éste paralelo a las bases de la zona superior 7 y cada fijación hembra 11 se sitúa fuera del espacio que se forma entre los dos pares de laterales.

40 - Tanto entronques con ruedas dentadas 10 como barras confluyan en el nudo de la invención. Cada entronque 10 cuenta en el extremo en contacto con el núcleo central 1 con una rueda dentada 12 configurada para engranar con la rueda dentada 12 comprendida en el entronque 10 situado en la cara lateral enfrentada, tal que cada rueda dentada 12 se sitúa entre dos caras laterales. El extremo restante de cada entronque 10 presenta una abertura 13 configurada para introducir la barra de la estructura plegable, siendo dicha abertura 13 de un perímetro ligeramente más amplio que la de la barra que se quiere insertar en ella. En una posible realización, las aberturas 13 y las barras de la estructura plegable son cilíndricas, y el diámetro de las primeras es ligeramente mayor que el de las segundas. Las ruedas dentadas 12 (de dientes rectos o helicoidales) son cilíndricas cuando la unión es de clase 2 (dos barras) y cónicas cuando la unión es de clase n (n barras), siendo n un número mayor o igual que 3.

50 - Una fijación 14 situada en el extremo con abertura 13 de cada entronque con rueda dentada 10, configurada para unir dicho entronque 10 a la barra que se inserta en él. En una posible realización la fijación 14 es de tipo abrazadera.

5 - Un conector sujetacables 8 (véase figura 6) con eje cilíndrico hueco, con holgura horizontal suficiente para permitir el paso libre de cables radiales 18, preferentemente conformado por al menos un par de piezas, tal que una pieza del par es plana 15 y la otra en forma de U 16, de modo que la primera se inserta dentro de la segunda para permitir el acercamiento mutuo y el
10 aprisionado de cables que discurren entre ambas. Cada par de piezas puede aprisionar hasta dos cables paralelos. Además, el conector sujetacables 8 puede comprender otros pares de piezas, situadas por encima o por debajo del par de piezas descrito. En la figura 6 se observa un conector sujetacables 8 compuesto por un par de piezas plana 15 y en forma de U 16, y por debajo de este par se muestra la pieza en forma de U de otro par (no representado completamente).

15 El conector, y por tanto las piezas, está perforado para permitir el paso de una unión mecánica de mordaza 17, cuya función es aprisionar el conector, y por tanto las piezas, dos a dos y así realizar el apriete del conector sujetacables 8, y cuyo eje central coincide con el eje longitudinal de la unión mecánica.

20 - Una unión mecánica de mordaza 17 que se fija a la parte superior del núcleo central 1 y que atraviesa y amordaza el conector sujetacables 8 para evitar que los cables radiales 18 se salgan o deslicen a través de él.

REIVINDICACIONES

1. Nudo de conexión para una estructura desplegable configurado para aglutinar un número de barras que puedan rotar y plegarse en torno al mismo; recibir una pluralidad de cables desde diferentes direcciones y ángulos; que dichos cables puedan deslizar a través de dicho nudo para facilitar el plegado de la estructura; que los cables radiales (18) formen ángulos distintos a 90°; que las barras siempre formen el mismo ángulo con el plano medio de la conexión; que los nudos se acoplen entre sí de una forma estable; y que dichos nudos se fijen fácilmente y no se suelten una vez que la estructura esté totalmente plegada, que comprende:
- Un núcleo central (1) formado por una sola pieza de una determinada geometría, y que comprende a su vez las siguientes partes:
 - Un saliente inferior (2) con forma sensiblemente alargada en sentido vertical, entendiéndose dicha orientación durante el funcionamiento del nudo de la invención, y con una perforación en su extremo inferior configurada para alojar una unión con mosquetón o enganches similares de conexión rápida;
 - Al menos dos caras laterales, situadas enfrentadas dos a dos simétricamente respecto a un plano que contiene al eje vertical del núcleo central (1), tal que la parte inferior de las caras laterales está unida a la parte superior del saliente inferior (2), y tal que las caras laterales comprenden perforaciones (6) para alojar fijaciones mecánicas de rotación (9) que conecten el núcleo central (1) con unos entronques con ruedas dentadas (10);
 - Al menos tantos pares de protuberancias perforadas laterales (3) como barras confluyan en el nudo de la invención, estando dichas protuberancias (3) situadas en los extremos laterales de las caras laterales como unas extensiones de las mismas, y con perforaciones configuradas para alojar cables laterales, tal que debido a que las caras laterales están enfrentadas dos a dos, también se encuentran enfrentadas dos a dos dichas protuberancias (3);
 - Unos volúmenes salientes (4) situados en la parte externa de las caras laterales;
 - Unas protuberancias de pestañas salientes (5) situados en la parte externa de las caras laterales, configuradas para realizar junto con los volúmenes salientes (4) una unión geométrica tridimensional y evitar que los perfiles, una vez encajados, se suelten;
 - Una zona superior (7), tal que la base inferior de la zona superior (7) está unida a la parte superior de las caras laterales, y tal que la base superior de la zona superior (7) presenta una abertura por la que se enrosca una unión mecánica de mordaza (17);
 - Fijaciones mecánicas de rotación (9), tantas como barras aglutine el nudo de conexión, alojadas en las perforaciones (6) del núcleo central (1) estando dichas fijaciones mecánicas de rotación (9) configuradas para unir al núcleo central (1) unos entronques con ruedas dentadas (10) donde se anclan las barras, permitiendo su giro relativo, tal que cada fijación mecánica de rotación (9) atraviesa una primera perforación (6) de una cara lateral del núcleo central (1), la perforación de un entronque con rueda dentada (10) y una segunda perforación (6) de la cara lateral del núcleo central (1) enfrentada, estando asimismo las perforaciones (6) de las caras laterales del núcleo central (1) enfrentadas entre sí;

- 5 - Tantas fijaciones hembras (11) como fijaciones mecánicas de rotación (9), configuradas para evitar que dichas fijaciones mecánicas de rotación (9) se salgan de su alojamiento, tal que las tres perforaciones atravesadas por cada fijación mecánica de rotación (9) - primera perforación (6) de un lateral del núcleo central (1), perforación del entronque con rueda dentada (10) y segunda perforación (6) del otro lateral del núcleo central (1) - se encuentran alineadas en el mismo eje, siendo éste paralelo a las bases de la zona superior (7) y cada fijación hembra (11) se sitúa fuera del espacio que se forma entre los dos pares de laterales;
- 10 - Tantos entronques con ruedas dentadas (10) como barras confluyan en el nudo de la invención, tal que cada entronque (10) cuenta en el extremo en contacto con el núcleo central (1) con una rueda dentada (12) configurada para engranar con la rueda dentada (12) comprendida en el entronque (10) situado en la cara lateral enfrentada, donde cada rueda dentada (12) se sitúa entre dos caras laterales, y tal que el extremo restante de cada entronque (10) presenta una abertura (13) configurada para introducir la barra de la estructura plegable, siendo dicha abertura (13) de un perímetro ligeramente más amplio que la de la barra que se quiere insertar en ella;
- 15 - Una fijación (14) situada en el extremo con abertura (13) de cada entronque con rueda dentada (10), configurada para unir dicho entronque (10) a la barra que se inserta en él;
- 20 - Un conector sujetacables (8) con eje cilíndrico hueco, con holgura horizontal suficiente para permitir el paso libre de cables radiales (18), configurado para permitir el paso de una unión mecánica de mordaza (17), y cuyo eje central coincide con el eje longitudinal de la unión mecánica;
- 25 - Una unión mecánica de mordaza (17) que se fija a la parte superior del núcleo central (1) y que atraviesa y amordaza el conector sujetacables (8) para evitar que los cables radiales (18) se salgan o deslicen a través de él.
- 30 2. El nudo de conexión de la reivindicación 1, donde el núcleo central (1) es de un tamaño cuya altura y anchura están comprendidas entre 5 y 50 cm.
3. El nudo de conexión de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el eje vertical del núcleo central (1) atraviesa el centro de la perforación del saliente inferior (2).
- 35 4. El nudo de conexión de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde cada par de caras laterales es sustancialmente perpendicular al eje de giro de las barras, y sustancialmente paralelas entre sí dos a dos.
- 40 5. El nudo de conexión de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el nudo es de clase dos, comprende dos caras laterales y las ruedas dentadas (12) son cilíndricas.
- 45 6. El nudo de conexión de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde el nudo es de clase n, siendo n un número mayor o igual que 3, comprende el doble de caras laterales que de barras y las ruedas dentadas (12) son cónicas.
- 50 7. El nudo de conexión de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los volúmenes salientes (4) son cuadrangulares, y donde la mitad de las caras laterales del núcleo central (1) comprenden en su parte inferior dos volúmenes salientes (4) con unos topes laterales, y las caras laterales restantes y enfrentadas comprenden en su parte inferior dos volúmenes salientes (4) con un prisma cuadrangular, tal que durante el funcionamiento del nudo, al

acoplarse dos nudos contiguos, los topes de una cara de un nudo evitan el movimiento horizontal y vertical del prisma cuadrangular de la otra cara del otro nudo.

- 5 8. El nudo de conexión de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la zona superior (7) tiene forma de tronco-cono, de tal modo que su base inferior es más ancha para poder unirse a la parte superior de las caras laterales, y la base superior es más estrecha puesto que su única misión es contener el agujero roscado en el que se aloja la unión mecánica de mordaza (17).
- 10 9. El nudo de conexión de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde la zona superior (7) es recta y sus dos bases son circulares.
- 15 10. El nudo de conexión de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las fijaciones mecánicas de rotación (9) son cilíndricas.
- 20 11. El nudo de conexión de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las aberturas (13) y las barras de la estructura plegable son cilíndricas, y el diámetro de las primeras es ligeramente mayor que el de las segundas.
- 25 12. El nudo de conexión de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la fijación (14) es de tipo abrazadera.
- 30 13. El nudo de conexión de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el conector sujetacables (8) está conformado por al menos un par de piezas, tal que una pieza del par es plana (15) y la otra en forma de U (16), de modo que la primera se inserta dentro de la segunda para permitir el acercamiento mutuo y el aprisionado de cables que discurren entre ambas, tal que cada par de piezas puede aprisionar hasta dos cables paralelos.

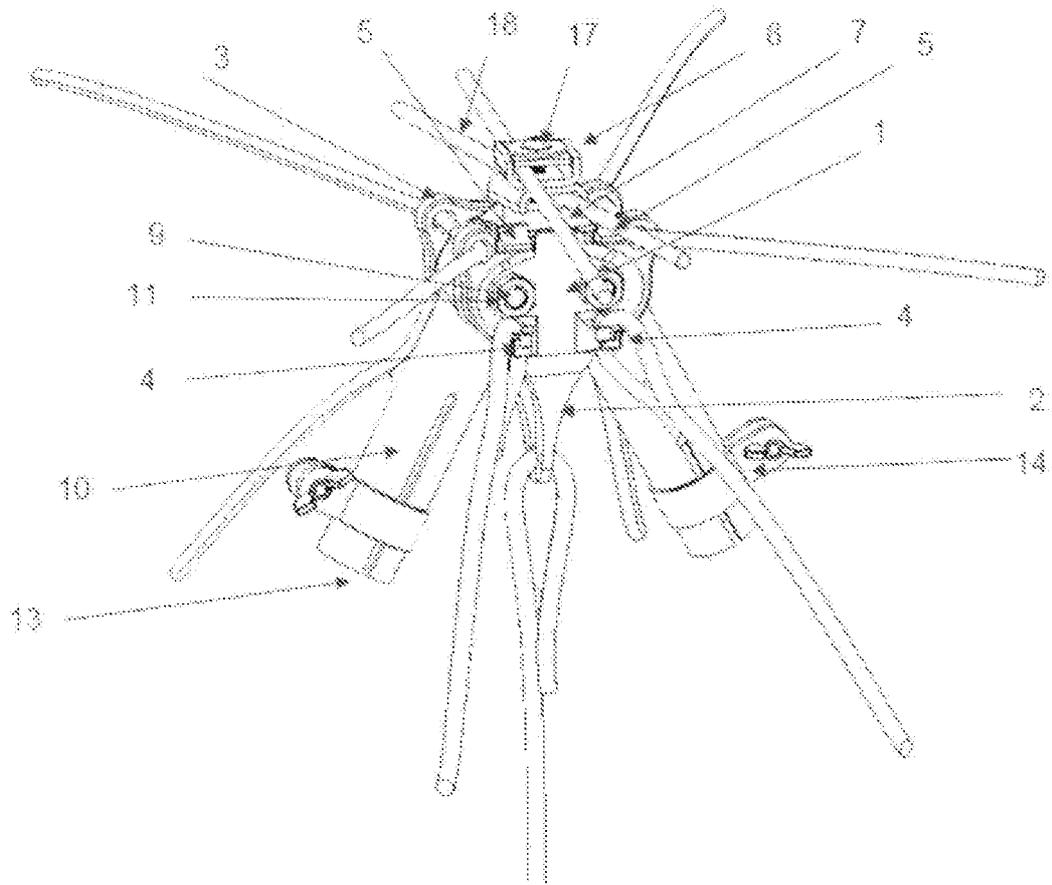


Figura 1

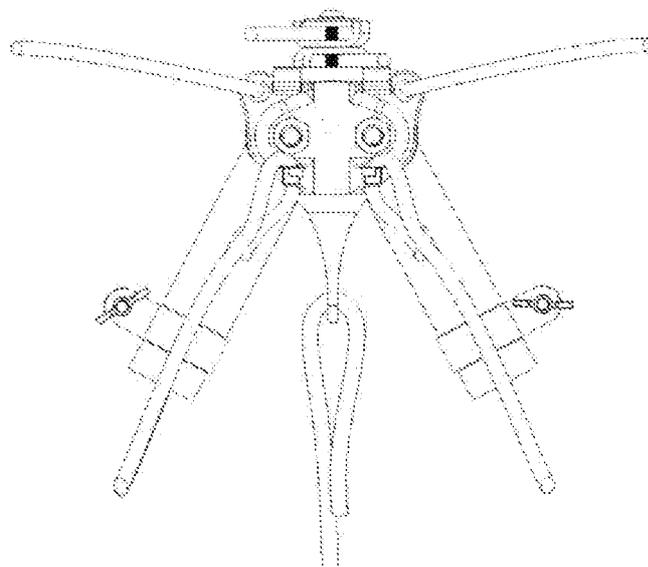
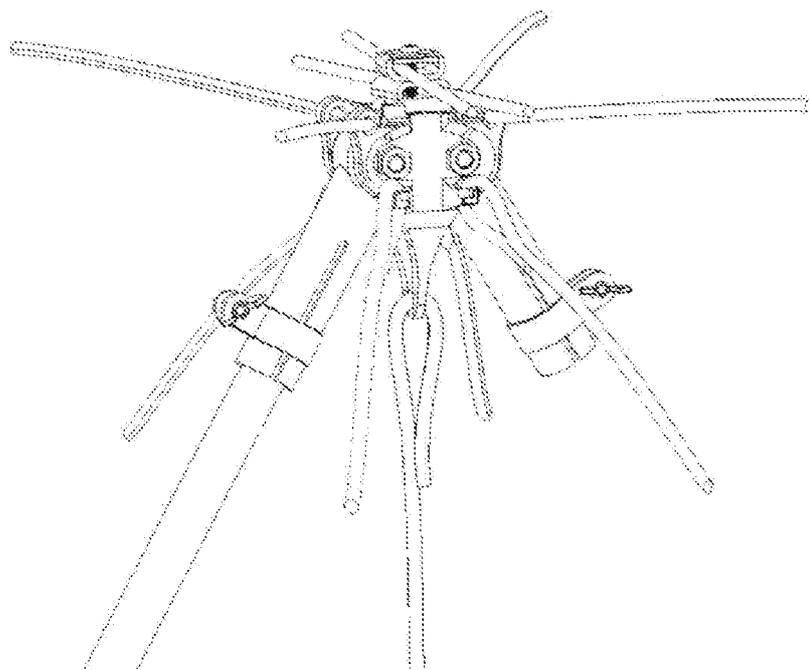
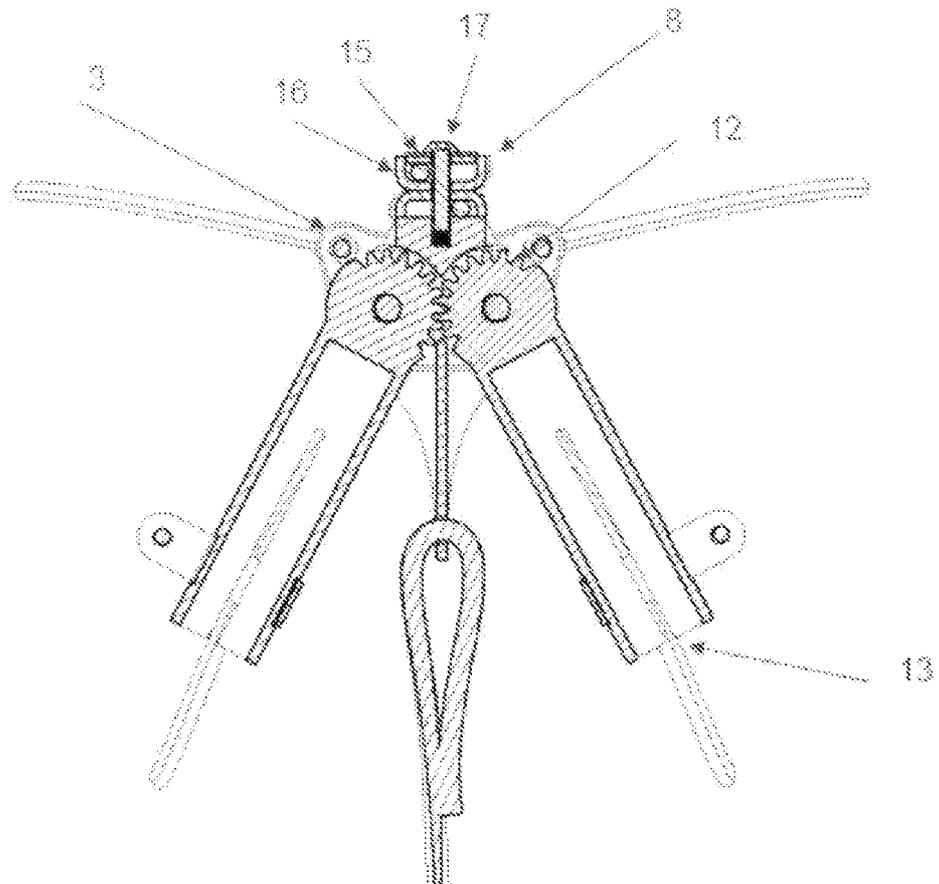


Figura 2



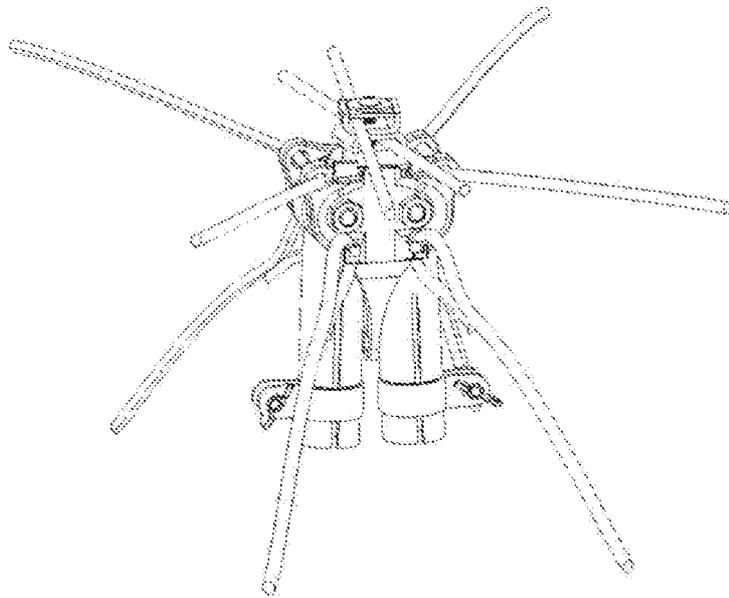


Figura 5

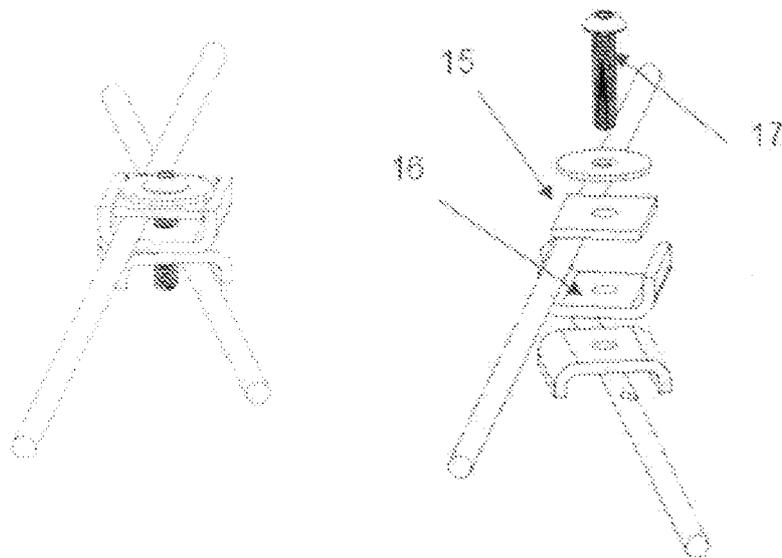


Figura 6

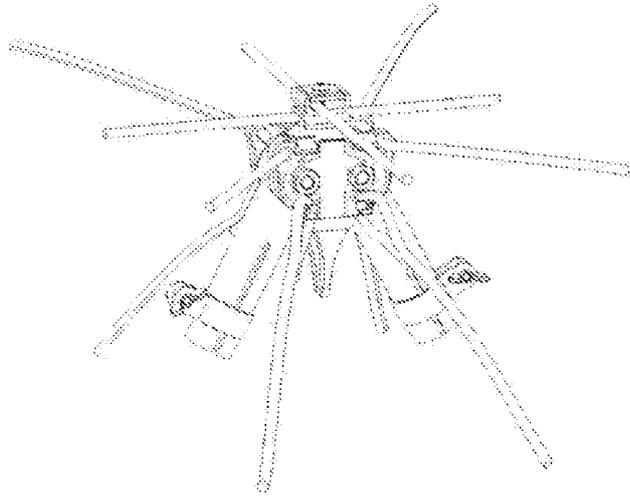


Figura 7

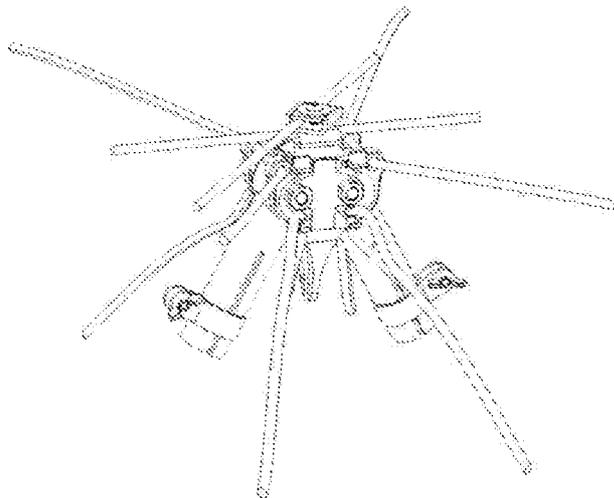


Figura 8

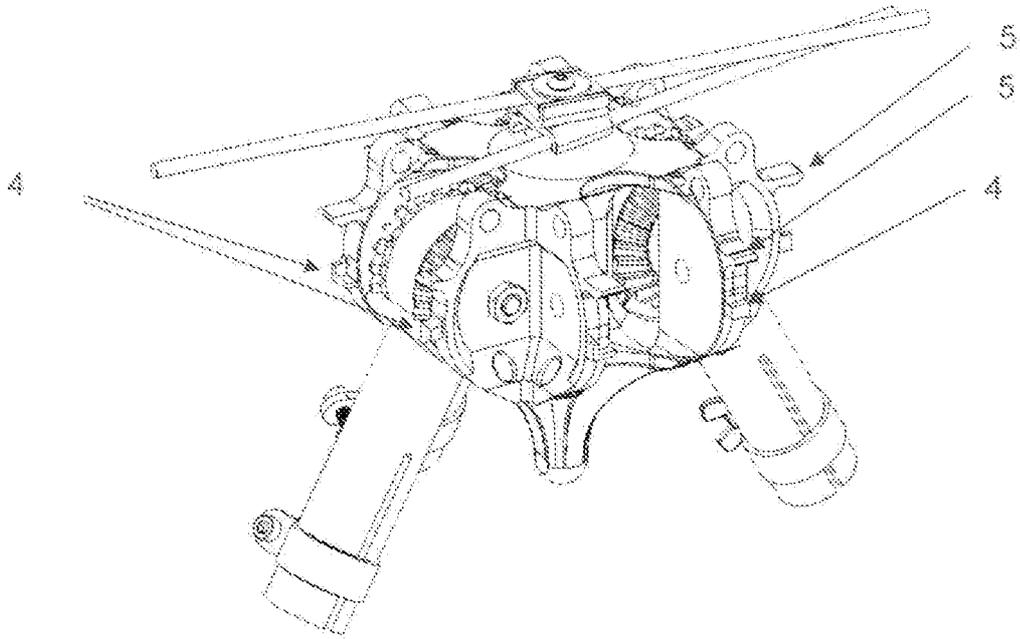


Figura 9

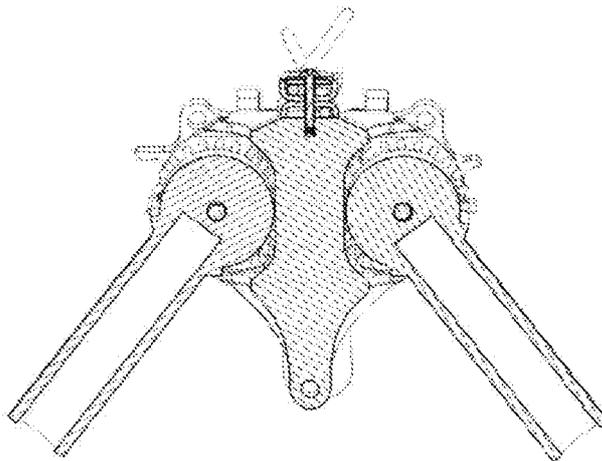


Figura 10

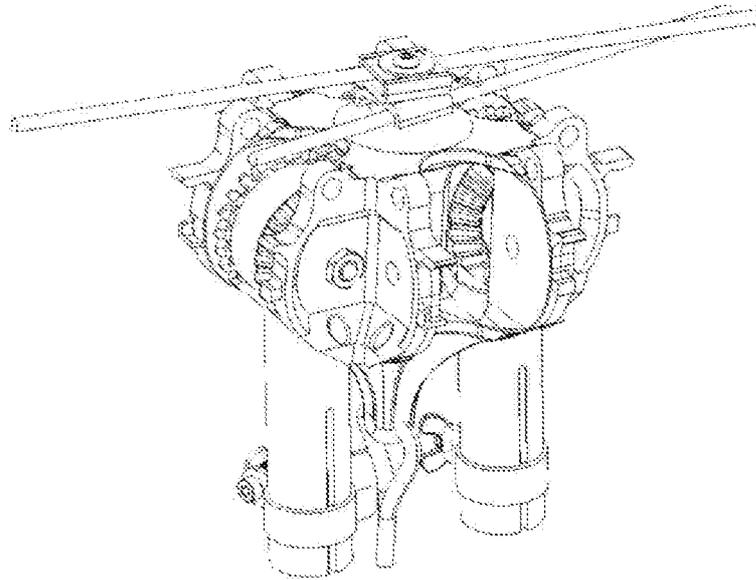


Figura 11

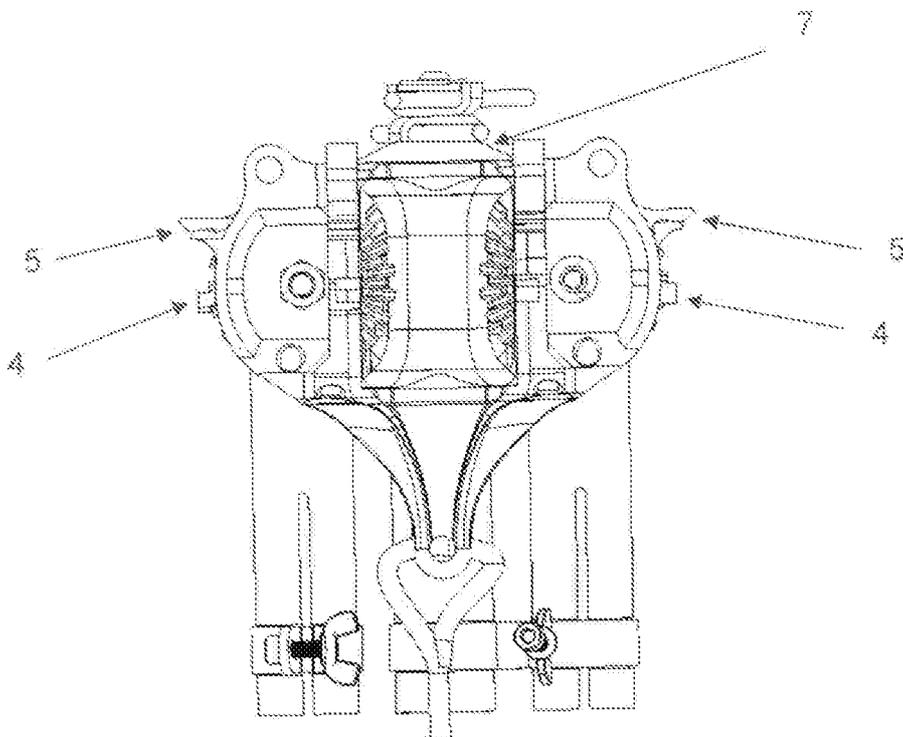


Figura 12

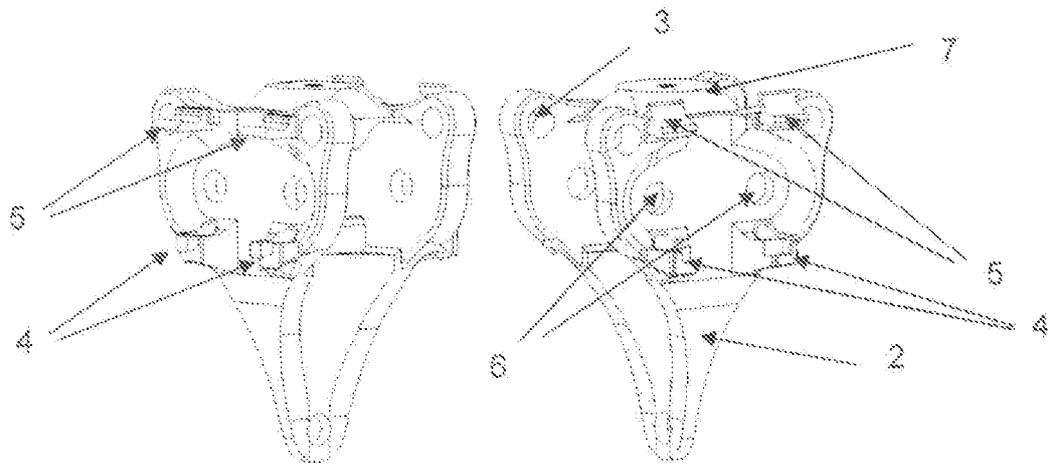


Figura 13

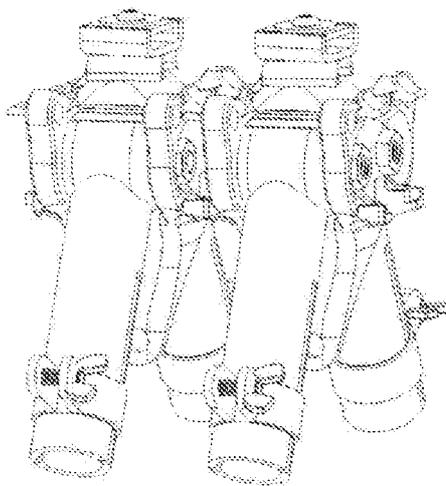


Figura 14

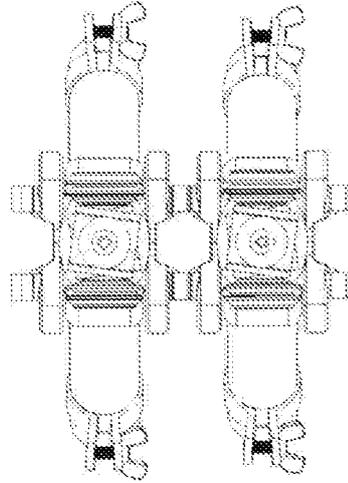


Figura 15

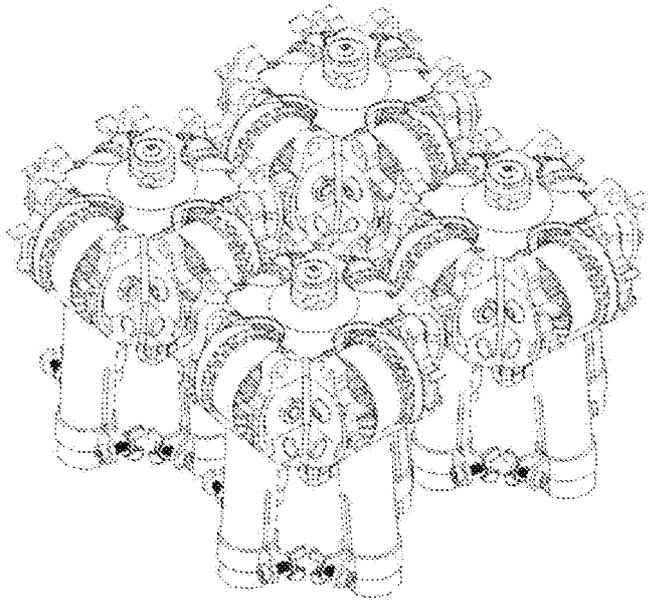


Figura 16

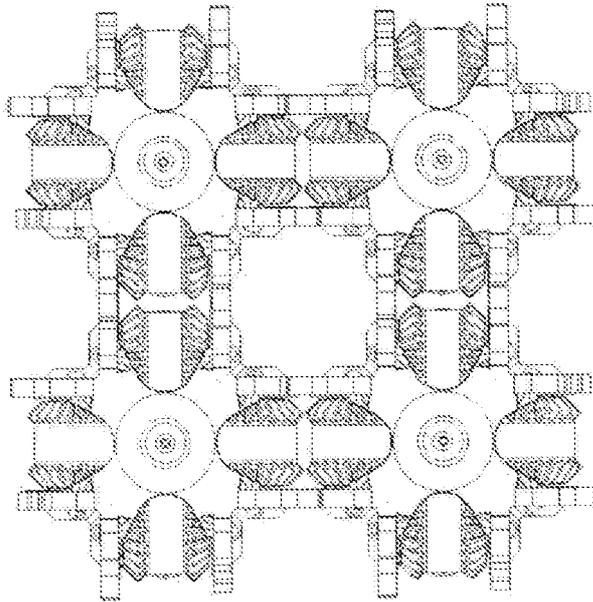


Figura 17

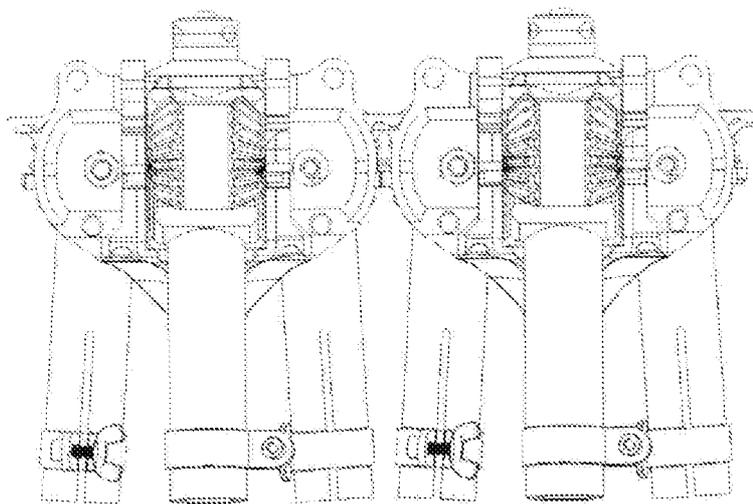


Figura 18

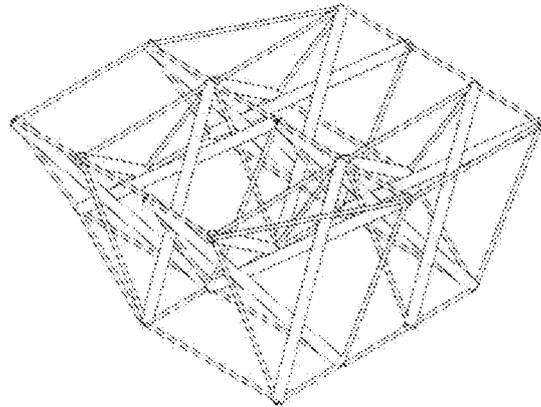


Figura 19

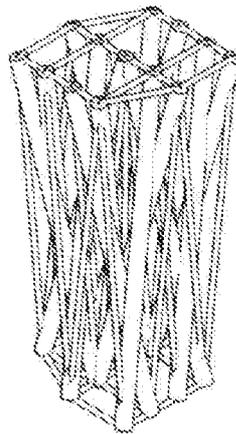


Figura 20



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②¹ N.º solicitud: 202100019

②² Fecha de presentación de la solicitud: 11.02.2021

③² Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: **E04B1/19** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	ES 2736600 A1 (UNIV CANTABRIA) 03/01/2020, página 9, línea 20 - página 14, línea 13;	1-13
A	ES 2555635 A1 (UNIV CANTABRIA) 05/01/2016, página 8, línea 22 - página 13, línea 51; figuras.	1-13
A	EP 0552831 A1 (PORTAL EUROP S A) 28/07/1993, descripción; figuras.	1-13
A	WO 2017194775 A1 (CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENT et al.) 16/11/2017, descripción; figuras.	1-13
A	WO 2005111343 A1 (UNIV SINGAPORE et al.) 24/11/2005, descripción; figuras.	1-13
A	US 7107733 B1 (RUECKERT GERHARD) 19/09/2006, descripción; figuras.	1-13

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

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

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

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

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

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
22.11.2021

Examinador
R. Puertas Castaños

Página
1/2

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