

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 231 716**

21 Número de solicitud: 201930336

51 Int. Cl.:

**F16B 9/00** (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

**28.02.2019**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**01.07.2019**

71 Solicitantes:

**JIMENEZ MORALES, Albert (100.0%)  
C/ Jaume Comas nº 1.  
08859 BEGUES (Barcelona) ES**

72 Inventor/es:

**JIMENEZ MORALES, Albert**

74 Agente/Representante:

**GONZALEZ-MOGENA GONZALEZ, Iñigo**

54 Título: **SISTEMA DE UNIÓN ENTRE BARRAS DE ESTRUCTURAS ESPACIALES**

**ES 1 231 716 U**

## DESCRIPCIÓN

### SISTEMA DE UNIÓN ENTRE BARRAS DE ESTRUCTURAS ESPACIALES

#### 5 OBJETO DEL INVENTO

La presente invención se refiere a un sistema de unión que comprende una nueva tipología de nudo que permite la unión con una pluralidad de barras o perfiles y ángulos entre ellas, con lo que el sistema permite construir de una manera más sencilla y económica estructuras metálicas de celosías tridimensionales conocidas como estructuras de “mallas espaciales” y que se utilizan en la construcción de cubiertas de edificios de cualquier tipo y forma cuando se requiere de un diseño arquitectónico estético y ligereza de la propia estructura, permitiendo a la vez el diseño de cubiertas planas y regulares o curvas e irregulares con múltiples formas.

15

El invento se encuadra dentro del área de la ingeniería de estructuras, el sector de la construcción y de la arquitectura, y más concretamente dentro de los diferentes sistemas y elementos que permiten la construcción de todo tipo de cubiertas.

#### 20 ANTECEDENTES DEL INVENTO

La construcción de estructuras del tipo “mallas espaciales” es un proceso conocido y en el que tradicionalmente se utiliza un sistema de unión comúnmente conocido como “sistema nudo mero” entre barras, que consiste en el mecanizado de esferas metálicas macizas donde se realizan agujeros roscados en la dirección de las barras de sección circular que se unen a las esferas mediante tornillos protegidos con un casquillo. En este sentido, se entiende como “malla espacial” o “space frame” a un tipo de estructura compuesta por elementos lineales unidos de tal modo que las fuerzas son transferidas tridimensionalmente, y que en su conjunto es una estructura que puede tener multitud de diferentes formas y superficies, yendo desde planas a curvadas.

30

El sistema de unión convencional entre barras que previamente se ha comentado que es conocido como “sistema nudo mero” se basa en un sistema de unión entre barras que consiste en el mecanizado de esferas metálicas macizas donde se realizan agujeros roscados en la dirección de las barras de sección circular que se unen a las esferas

35

mediante tornillos protegidos con un casquillo.

Se conoce el documento US4480418 donde se divulga una tipología de solución constructiva que es eficiente desde el punto de vista resistente, pero el coste de fabricación es muy elevado ya que se necesita partir de una bola maciza de acero y realizar complejas operaciones de mecanizado para llegar al diseño final. Este sistema a su vez presenta otro inconveniente, que es que es poco flexible ya que, una vez realizado el diseño del nudo, no es posible cambiar los ángulos donde se mecanizan los enlaces roscados con las barras, hecho que obliga a fabricar nudos diferentes cuando los ángulos son variables en estructuras de cubiertas de formas irregulares. Debido a estos inconvenientes, la fabricación de esta tipología de nudo sólo queda compensado si se realizan estructuras con grandes luces y dimensiones con una producción muy elevada que permita la amortización del coste de fabricación del sistema de nudo utilizado.

15 Son conocidas otras soluciones que, partiendo de la anterior solución, se basan en sustituir el nudo circular por superficies planas. En este sentido, se destaca lo divulgado en el documento EP0412176, que describe un nudo al que se fijan diferentes barras tubulares, donde las caras de dicho nudo son planas, y permite que diferentes nudos con caras inclinadas se superpongan para así poder conseguir que la superficie final esté inclinada. Esta tipología de sistemas tiene el problema de que requiere que la estructura espacial sea plana y regular ya que el módulo básico debe de tener las mismas dimensiones de ancho que de largo para no alterar el ángulo fijo de 45° que forman las diagonales visto en planta. por tanto, su uso no permite estructuras con curvatura ni irregulares en planta.

También son conocidas soluciones que no requieren de tornillería ni del uso de herramientas, como es el caso de lo divulgado en el documento ES1219864U, que se basa en generar un nudo plano con ranuras, y utilizar barras en cuyos extremos hay unas pestañas giratorias que permiten la inserción de dichos extremos en el nudo. Estas soluciones son muy versátiles, sin embargo, generan problemas a la hora de la transmisión de los esfuerzos y, por tanto, estas soluciones están orientadas a la construcción de estructuras modulares temporales como carpas.

35 Finalmente, se conocen soluciones estructuras basadas en nudos que reciben una

pluralidad de barras, como por ejemplo lo divulgado en el documento ES2396892, en el que el nudo está constituido por una pluralidad de caras planas enfrentadas que permiten la fijación por medio de tornillería de barras o perfiles, de tal modo que el nudo fija y presiona dichas barras.

5

Esta tipología de sistemas tiene el problema de que requiere que la estructura espacial sea plana y regular ya que el módulo básico debe de tener las mismas dimensiones de ancho que de largo para no alterar el diseño del nudo donde hay un ángulo fijo de 45° que forman las diagonales visto en planta y en alzado. por tanto, su uso no permite estructuras con curvatura ni irregulares en planta.

10

Teniendo los problemas existentes en este campo de la técnica, en la presente solicitud se presenta una solución para resolver la conexión entre barras con un nuevo sistema que mejora los problemas anteriormente descritos, dado que con el nuevo sistema que a continuación se describe, se consigue una disposición constructiva que permite recibir distintos perfiles tubulares que acometen al nudo con más libertad de ángulos, y que permite realizar cubiertas irregulares en planta y con curvaturas en alzado, lo que hace que el sistema sea versátil y dimensionarse según las necesidades estructurales de cada construcción.

15

20

## DESCRIPCIÓN DEL INVENTO

Como se ha comentado con antelación, la presente invención se refiere a un sistema de unión que comprende un nudo que permite la unión con una pluralidad de barras o perfiles, y con el que se consigue construir de una manera más sencilla y económica estructuras metálicas de celosías tridimensionales conocidas como estructuras de "mallas espaciales" con la peculiaridad de poderlas diseñar como estructuras planas y módulos regulares o también como estructuras curvas con módulos irregulares y múltiples geometrías.

25

30

El sistema se basa en un elemento sustentador que denominamos nudo de unión, el cual se fabrica a partir de dos discos metálicos con forma circular, aunque pueden tener otras formas y dimensiones. Uno de los discos se corta por la mitad para obtener dos sectores circulares donde se mecanizan unas entalladuras en la parte central de cada sector y opuestas que permite la colocación y el encaje de ambas piezas de manera

35

perpendicular. Al mismo tiempo, estas dos piezas encajadas se sueldan al primer disco horizontal para formar el nudo tridimensional y que permite recibir las diferentes barras que acometen al nudo en sus diferentes ángulos. Estas dos piezas encajadas, pueden disponerse en un ángulo a  $90^\circ$  entre ellas en el caso de que la estructura espacial en planta sea regular, o puede variar ligeramente para adaptarse a una planta irregular donde la longitud del módulo de la malla espacial sea ligeramente diferente al ancho para adaptar mejor la totalidad de la estructura a plantas irregulares.

Los otros elementos en los que se basa el sistema son las barras, que son perfiles de sección tubular cuyos extremos están prensados generando una superficie plana, y en los que hay un taladro con el que se permite una unión atornillada con los agujeros generados en el nudo, donde si la cubierta es curva, se le aplica un pliegue final a la parte aplastada con el mismo ángulo de la cubierta.

Para conseguir esta configuración, por una parte, el elemento sustentador que denominaremos “nudo”, se realiza a partir de dos discos metálicos circulares, donde uno de ellos se deja en posición horizontal y el otro se corta por la mitad obteniendo dos sectores circulares que se sueldan al primer disco horizontal formando un ángulo recto para el caso de estructuras planas, o el requerido por la forma de la cubierta para el caso de estructuras con pendiente o curvas. Los dos sectores circulares se disponen y sueldan entre si a  $90^\circ$  en el caso de mallas regulares, pero este ángulo puede variar ligeramente gracias al sistema de ranura de encaje para obtener una malla con módulos irregulares.

Esta disposición constructiva permite recibir los distintos perfiles tubulares que acometen al nudo en sus diferentes ángulos. Los discos también pueden ser rectangulares u octogonales para optimizar material en el proceso de fabricación del nudo. Por otra parte, la realización de una operación de aplastado, corte y taladro en el extremo de cada barra que permite realizar la unión del perfil tubular a los discos del nudo mediante tornillos estructurales en función de la resistencia requerida.

Para incrementar la resistencia del sistema es posible añadir un tercer disco por debajo del primer disco horizontal y que permite que la parte aplastada del tubo quede en medio de las dos placas para que los tornillos trabajen a doble cortadura.

35

El proceso de aplastado en los extremos de los perfiles tubulares se realiza con una prensa que aplasta, corta y taladra el perfil en una sola operación siguiendo las dimensiones definidas en un sistema especial de matricería consiguiendo un proceso en serie controlado de fabricación. Para el caso donde la estructura espacial requiera de pendientes u curvaturas, en el extremo aplastado de cada perfil se le aplica una operación de pliegue posterior con el ángulo requerido para generar dicha forma.

Las dimensiones de dicha matriz pueden variar en función del diámetro del tubo estructural a aplastar, que puede oscilar desde los 20mm a los 200mm y con espesores que oscilan desde los 2mm a los 6mm. Los perfiles tubulares que se utilizan para este sistema constructivo pueden ser de sección circular o sección cuadrada y las dimensiones utilizadas en cada estructura se ajustan a la resistencia estructural requerida en cada situación.

Los materiales de los perfiles metálicos, así como los del nudo, pueden ser de acero de construcción tradicional regulados y descritos en la UNE EN 10025 o también acero inoxidable descritos en la UNE-EN 10088-1.

Al ser la unión de las barras al nudo una unión mediante tornillos permite un transporte y montaje sencillo a pie de obra, o parcialmente en taller, para luego colocar la estructura montada en su posición final mediante elevación por grúa. Este tipo de uniones atornilladas también dotan a la estructura de la capacidad de ser desmontada por completo y ser trasladada por partes si es necesario. Esta solución de conexión tiene la ventaja de ofrecer flexibilidad en el diseño final ya que, al permitir la variación de los ángulos de entrada de las barras a unir, la cubierta puede adaptarse a la forma requerida en el diseño arquitectónico.

Esta disposición de conexión permite una fabricación en serie de todos sus elementos por separado y la aplicación de los tratamientos superficiales como galvanizado en caliente o aplicación de pintura en taller bajo condiciones controladas como es el caso de aplicación de recubrimiento en polvo y polimerización en horno y aplicación de pinturas intumescentes para dotar a la estructura de la suficiente resistencia al fuego.

Para finalizar se incide en que el objeto de la presente invención es desarrollar un nuevo sistema de unión entre barras de estructuras espaciales de perfiles tubulares que

permite construir de una manera más sencilla y económica este tipo de estructuras utilizadas en la construcción de cubiertas de edificios de cualquier tipo y forma cuando se requiere de un diseño arquitectónico estético, ligereza de la propia estructura y tiempos de montaje y fabricación muy breves.

5

Esta nueva tipología de diseño de conexión permite una fabricación industrializada de todos los componentes y un montaje y desmontaje sencillo debido a que la conexión se realiza mediante tornillos y donde el sistema de nudo permite una gran flexibilidad en las formas geométricas finales que puede adoptar la estructuras.

10

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

15

La Figura 1 es una representación en perspectiva del nudo de unión, en el que la base es un disco circular.

La Figura 2 es una representación de un alzado del nudo de la figura inicial.

20

La Figura 3 es una representación de un perfil del nudo de la figura inicial.

La Figura 4 es una representación de una vista en planta del nudo la figura inicial.

25

La Figura 5 es una representación en perspectiva del extremo de una barra.

La Figura 6 es una representación de un perfil de la barra de la figura anterior.

La Figura 7 es una vista en planta de una barra de acuerdo con la figura 5.

30

La Figura 8 es una vista en alzado de la barra cuyos extremos aplastados tienen un pliegue destinado a obtener cubiertas curvas

La Figura 9 es una representación en perspectiva del sistema donde hay una pluralidad de barras unidas al nudo.

35

La Figura 10 es un alzado del sistema de la figura 9.

La Figura 11 es un perfil del sistema de la figura 9.

5

La Figura 12 es una vista en planta del sistema de la figura 9.

La Figura 13 es una representación en perspectiva del nudo de unión, en el que la base es un disco octogonal.

10

La Figura 14 es una representación en perspectiva del nudo de unión, en el que la base es un disco rectangular.

La Figura 15 muestra un ejemplo de estructura espacial plana completa realizada con el sistema objeto de la presente invención.

15

La Figura 16 muestra un ejemplo de estructura espacial curva completa realizada con el sistema objeto de la presente invención donde se pliegan las partes planas aplastadas de los tubos

20

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FIGURAS

Tal como se ha indicado con anterioridad, el objeto de la presente invención es definir un nuevo sistema de unión que comprende, tal como se puede observar en la Figura 9, al menos un nudo (1), en el que se unen una pluralidad de barras (2) con perfiles tubulares, con el que se consigue construir de una manera más sencilla y económica este tipo de estructuras de mallas espaciales representadas, por ejemplo, en las Figuras 15 y 16.

25

Entrando en el detalle de la invención, tal como se muestra en las Figuras 1 a 4, una realización preferente del nudo (1) de unión se consigue a partir de dos discos metálicos con forma circular, preferentemente de diámetro 150mm y 6 mm de espesor. Uno de ellos es la base (11), mientras que el segundo sirve para obtener el resto de las partes del nudo. Ese segundo disco se corta por la mitad para obtener dos piezas semicirculares, y dichos elementos semicirculares se encajan de forma perpendicular

35

obteniéndose dos sectores (12) con la configuración de un cuarto de circunferencia. Cabe destacarse que estas dos piezas encajadas, pueden disponerse en un ángulo a 90° entre ellas en el caso de que la estructura espacial en planta sea regular, como es el caso de estas Figuras, o puede variar para adaptarse a una planta irregular donde la longitud del módulo de la malla espacial sea ligeramente diferente al ancho para adaptar mejor la totalidad de la estructura a plantas irregulares, o tener ángulos variables por la misma razón. En todo caso, cada sector (12) se mecaniza y se generan unas entalladuras, preferentemente en la parte central de cada sector (11), y opuestas que permite la colocación y el encaje de ambas piezas de manera perpendicular. Al mismo tiempo, las dos piezas semicirculares encajadas se sueldan al disco horizontal de base (11) para formar el nudo tridimensional y que permite recibir las diferentes barras que acometen al nudo en sus diferentes ángulos. Finalmente se mecanizan orificios (3), preferentemente de diámetro 14mm, y preferentemente ubicados en el centro de cada sector (12) y en las superficies generadas en la base (11), para facilitar el paso de un tornillo en el montaje final de la conexión.

En las Figuras 13 y 14 se muestra cómo el nudo de unión puede tener otras formas y dimensiones, de hecho, en la Fig.13 se muestra una realización en la que el nudo (1A) comprende una base (11A) y unos sectores (12A) que parten de discos octogonales; mientras que en la Fig.14 se muestra otra realización en la que el nudo (1B) comprende una base (11B) y unos sectores (12B) que parten de discos rectangulares.

En este sentido, todas estas partes del nudo (1) se obtienen a partir de planchas metálicas donde se recortan los discos con la geometría necesaria para luego realizar las operaciones de soldadura y mecanizado para obtener la forma final. De forma preferente, las dimensiones de estos discos utilizados para fabricar el nudo pueden variar desde 70mm de diámetro para estructuras de pequeñas dimensiones hasta 250mm para estructuras medianas o grandes utilizadas para cubrir luces superiores.

Los otros elementos esenciales comprendidos en el sistema son las barras (2) estructurales, las cuales se muestran en las Figuras 5 a 7. En dichas figuras se muestra el proceso aplicado en los dos extremos de una barra (2), cuyo perfil estructural (21) es preferentemente de sección tubular de diámetro 60mm y 3mm de espesor, donde en dichos extremos tienen una disposición aplanada (22) o aplastada realizado por la aplicación de una prensa horizontal y con una matriz que aplasta, cizalla y taladra dando

la forma final al extremo del tubo. Las dimensiones de la matriz y la fuerza de la prensa hacen que en el tubo circular se vaya aplastando y modificando su forma tubular de manera gradual en una zona de transición (23) hasta una sección aplastada completamente plana que permite una unión atornillada perfecta el nudo. La longitud de esta zona de transición (23) es preferentemente de 1,2 a 1,5 veces el diámetro del tubo y en el extremo de este se recorta el material en un ángulo de 60° y un radio de redondeo en la punta para aprovechar mejor el espacio y poder reducir las dimensiones de la conexión. En el proceso de aplastado-cizallado se aprovecha para punzonar un agujero (4), preferentemente de 14mm de diámetro, que permiten el paso de un tornillo para el montaje la conexión del nudo (1) con la barra (2), es decir, que el diámetro de los agujeros (4) y los orificios (3) es el mismo. Todas estas dimensiones pueden variar ligeramente en función del diámetro del tubo escogido. En concreto en la Fig.5 se muestra una imagen en perspectiva del extremo después de la operación de aplastado, corte y taladro. La Figura 8 muestra el caso donde la estructura espacial requiera de pendientes u curvaturas, y en el extremo aplanado o aplastado de cada perfil se le aplica una operación de pliegue posterior con el ángulo requerido para generar dicha forma, generándose un extremo aplanado y plegado (24) con un ángulo ( $\alpha$ ) variable respecto de la horizontal dependiendo de la cubierta curva que se desee obtener.

La unión de los elementos previamente indicados nos lleva a ver, tal como se representa en las Figuras 9 a 12, al montaje de la unión entre las barras (2) con perfiles tubulares de la estructura con el nudo (1), siendo preciso la fijación por medio de tornillos (5) estructurales, para lo cual es preciso enfrentar los agujeros (4) de los extremos de las barras (2) con los orificios (3) existentes en el nudo (1). En una realización preferente de la invención, como por ejemplo puede verse en la Fig. 9, la conexión entre el nudo (1) y las barras (2) aplastadas se realiza por medio de tornillos (5), preferentemente tornillos estructurales de métrica 12 y calidad 10.9 según el estándar EN 14399-4-HV 10.9 para unir el nudo con todas las barras de la estructura que acometen a él en sus diferentes ángulos. Las dimensiones del tornillo y el estándar vienen regidas por las necesidades de cálculo y pueden disponerse de más de un tornillo si es necesario en el extremo de cada tubo. Sólo es necesario en estos casos de punzonar más de un agujero en el extremo de cada barra y en los discos del nudo.

Para acabar, tal como se ha comentado inicialmente, el sistema que se describe en la presente invención comprende al menos un nudo (1) en el que se unen una pluralidad

de barras (2) con perfiles tubulares, con el que se consigue construir de una manera más sencilla y económica este tipo de estructuras de mallas espaciales representadas, por ejemplo, en la Figura 15, donde la estructura espacial es plana, o la Figura 16 donde se observa una estructura espacial curva. En dichas Figuras se muestra unos ejemplos  
5 de unas estructuras con malla espacial completa de 5mx5m y 1m de canto de espesor donde se ha utilizado el sistema de conexión presentado en este documento para unir todas las barras (2) entre sí mediante los nudos (1) tal como se ha descrito en los puntos anteriores.

10

15

## REIVINDICACIONES

1. Sistema de unión entre barras de estructuras espaciales, donde la estructura  
5 comprende al menos un nudo (1) en el que se unen una pluralidad de barras (2), donde  
el sistema se caracteriza por que:
- cada uno de los nudos comprende una base (11) en forma de disco, sobre la  
cual, se disponen dos elementos semicirculares que se encajan de forma perpendicular  
entre sí obteniéndose unos sectores (12) con la configuración de un cuarto de  
10 circunferencia; donde en la superficie de cada sector (12) y en las superficies generadas  
en la base (11) se dispone de al menos un orificio (3);
  - cada una de las barras (2) tiene un perfil estructural tubular (21), con unos  
extremos que tienen una disposición aplanada (22) o aplastado, y donde hay una zona  
de transición (23) desde la forma tubular hasta la disposición plana; y donde en la parte  
15 aplanada (22) se dispone de un agujero (4);
  - y donde cada una de las barras (2) quedan fijadas a un nudo (1) mediante unos  
tornillos (5) que se hace pasar por los agujeros (4) y los orificios (3).
2. Sistema de unión entre barras de estructuras espaciales, según la reivindicación 1,  
20 que se caracteriza por que los orificios (3) están centrados en las superficies de la base  
(11) del nudo (1).
3. Sistema de unión entre barras de estructuras espaciales, según la reivindicación 1,  
que se caracteriza por que se añade y fija un disco inferior a la base (11).  
25
4. Sistema de unión entre barras de estructuras espaciales, según la reivindicación 1,  
que se caracteriza por que la longitud de la zona de transición (23) es de 1,2 a 1,5 veces  
el diámetro del perfil estructural tubular (21).
- 30 5. Sistema de unión entre barras de estructuras espaciales, según la reivindicación 1,  
que se caracteriza por que el extremo aplanado o aplastado de la barra (2) está plegado  
(24) respecto de la horizontal.
6. Sistema de unión entre barras de estructuras espaciales, según la reivindicación 1,  
35 que se caracteriza por que el diámetro de los agujeros (4) y de los orificios (3) es el

mismo.

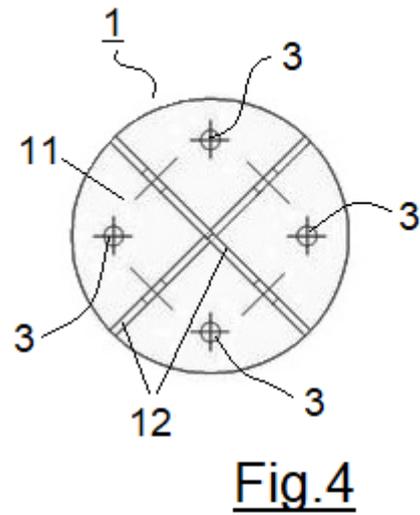
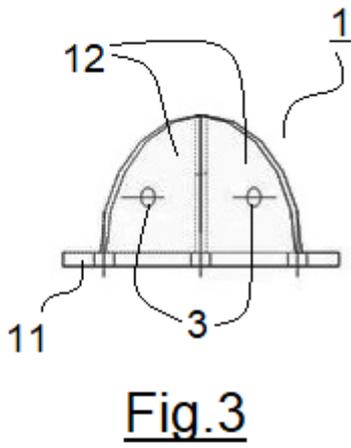
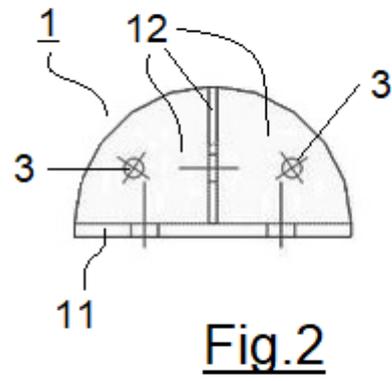
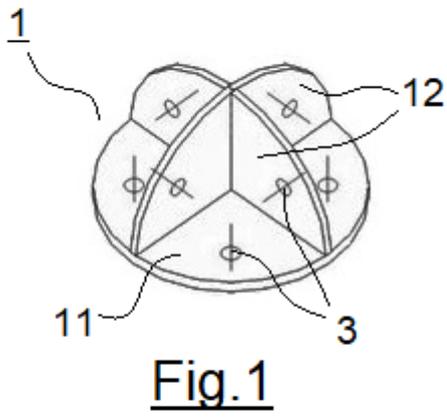
7. Sistema de unión entre barras de estructuras espaciales, según la reivindicación anterior, que se caracteriza por el diámetro de los agujeros (4) y de los orificios (3) es  
5 14mm.

8. Sistema de unión entre barras de estructuras espaciales, según la reivindicación 1, que se caracteriza por que tornillos (5) son tornillos estructurales de métrica 12.

10 9. Sistema de unión entre barras de estructuras espaciales, según la cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que los discos son seleccionados de entre una forma circular, octogonal o rectangular.

15

20



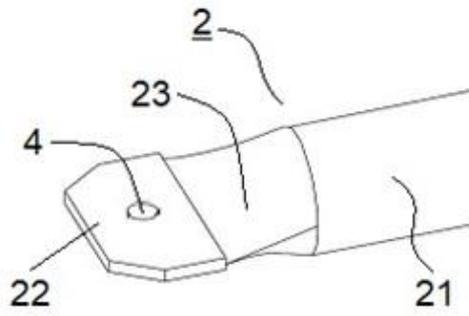


Fig.5

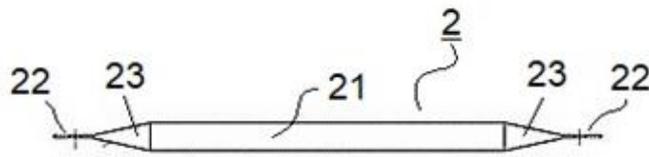


Fig.6

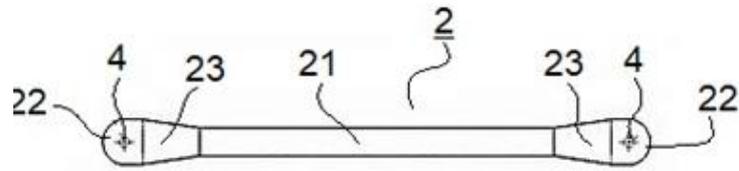


Fig.7

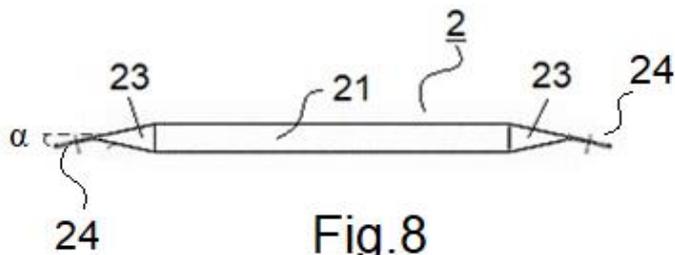


Fig.8

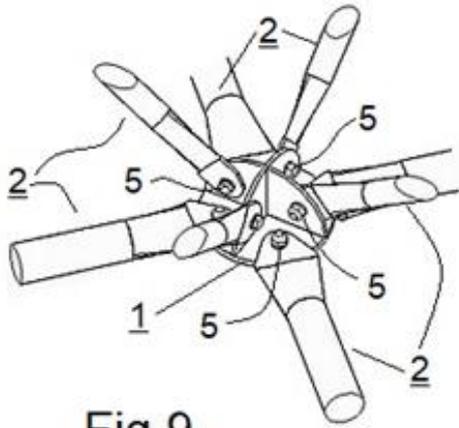


Fig.9

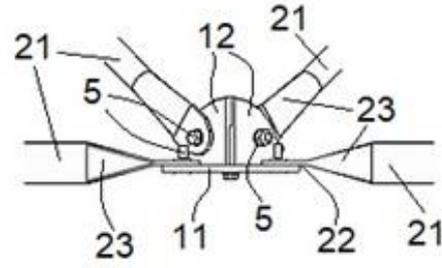


Fig.10

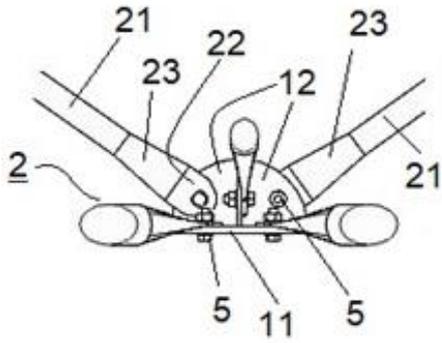


Fig.11

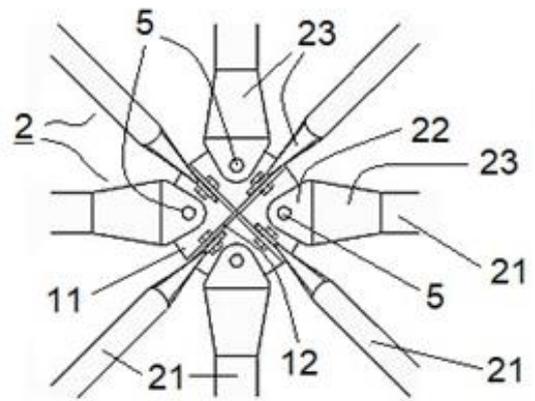


Fig.12

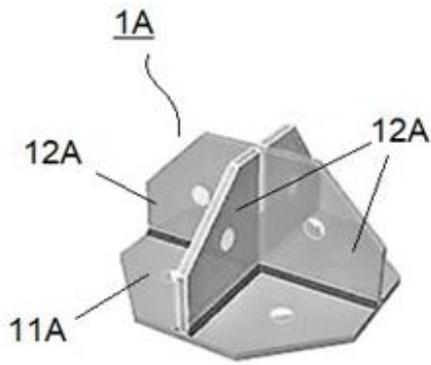


Fig. 13

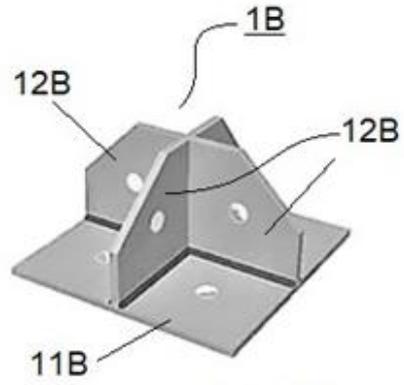


Fig. 14

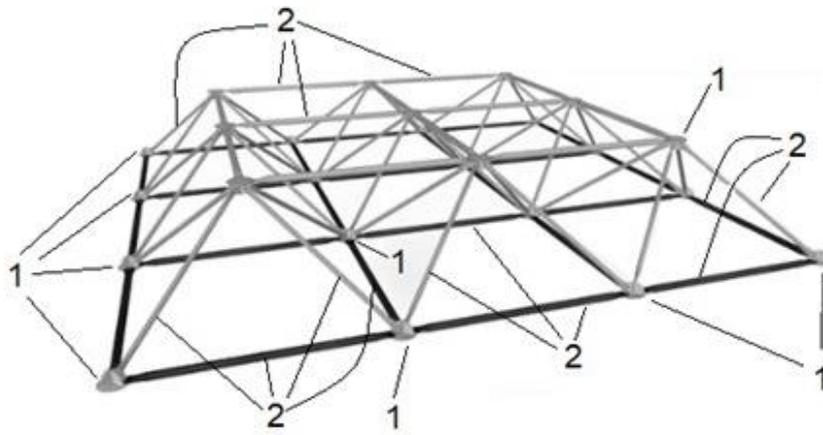


Fig. 15

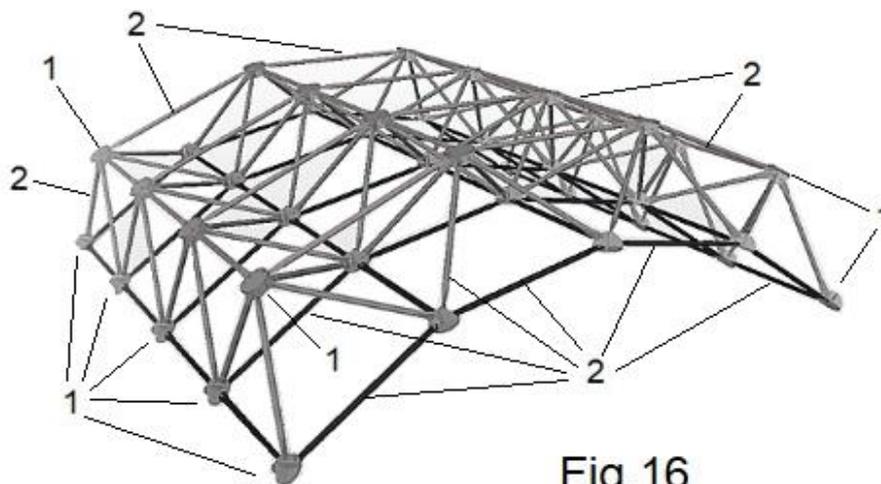


Fig. 16