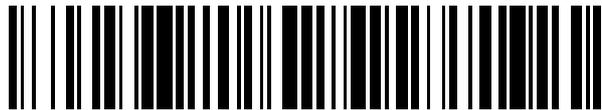


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 593 270**

21 Número de solicitud: 201500425

51 Int. Cl.:

**E04B 1/344** (2006.01)

**E04B 1/19** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

**05.06.2015**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**07.12.2016**

88 Fecha de publicación diferida del informe sobre el estado de la técnica:

**14.12.2016**

Fecha de concesión:

**12.09.2017**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**19.09.2017**

73 Titular/es:

**UNIVERSIDADE DA CORUÑA (100.0%)  
OTRI - Edificio de Servicios Centrales de  
Investigación, Campus de Elviña, s/n  
15071 A Coruña (A Coruña) ES**

72 Inventor/es:

**PÉREZ VALCÁRCEL, Juan;  
MUÑOZ VIDAL, Manuel;  
SUÁREZ RIESTRA, Félix y  
LÓPEZ CÉSAR, Isaac**

54 Título: **Malla espacial de doble cara desplegable con articulaciones bloqueables**

57 Resumen:

Malla espacial de doble capa desplegable con articulaciones bloqueables.

La invención consiste en un sistema que permite construir mallas espaciales de barras de doble capa capaces de ser plegadas y de desplegarse manteniendo su forma final por medio de nudos articulados bloqueables o autobloqueables. Las barras trabajan únicamente a tracción-compresión sin flexiones y permanecen conectadas a los nudos en todo momento, antes, durante y tras el despliegue. Las barras traccionadas pueden ser sustituidas por cables.

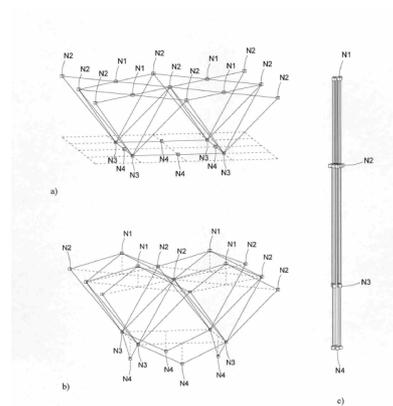


Figura 1

ES 2 593 270 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP 11/1986.

**MALLA ESPACIAL DE DOBLE CAPA DESPLEGABLE CON  
ARTICULACIONES BLOQUEABLES.**

**DESCRIPCIÓN**

5

**OBJETO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere a un sistema de construcción de mallas espaciales de doble capa desplegadas de barras que supone una importante mejora sobre los sistemas  
10 actuales de estructuras desplegadas basados en sistemas de aspas móviles o haces articulados sobre un punto central. El sistema propuesto evita las importantes flexiones que se producen en los sistemas anteriores con lo que la estructura es mucho más ligera, simple y económica, es decir, más eficaz.

15 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

Las estructuras desplegadas que se han planteado hasta el presente se basan en módulos de haces como los patentados por Emilio Pérez Piñero de 1973 a 1978, o en módulos de aspas que ya son del dominio público en cuanto a su concepción general, aunque existen  
20 diversas patentes de nudos como la obtenida por Félix Escrig Pallarés en 1990. Todos estos sistemas se basan en barras que se articulan sobre un nudo central pasante. Esta disposición provoca fuertes flexiones que exigen mayores secciones y provocan una mayor deformación del conjunto de la estructura. Sobre este tipo de estructuras se han realizado numerosos estudios e investigaciones como las de Zeigler, Gantes, Sánchez  
25 Cuenca, Escrig y Pérez Valcárcel. También se han propuesto sistemas que precisan la desconexión de parte de las barras con las articulaciones durante el proceso de despliegue, como el de Santiago Calatrava, lo cual supone una seria complicación. Para evitar los inconvenientes anteriores, la invención parte de los módulos de una malla espacial, es decir con articulaciones sólo en los extremos de las barras, lo que permite el  
30 plegado del conjunto. Además, la totalidad de las barras se encuentran conectadas a los nudos en todo momento, antes, durante y tras el despliegue. Este tipo de estructuras precisa para su estabilidad tras el despliegue de articulaciones bloqueables efectivas que permitan la transmisión de tracciones, lo cual es sencillo, y de compresiones, incluyendo

el efecto del pandeo, lo que supone una mayor complicación. La invención que se propone permite resolver este problema. Pueden utilizarse tanto articulaciones que se bloquean con una actuación posterior al despliegue, como articulaciones autobloqueantes. La invención incluye ambos tipos de articulaciones.

5

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

El conjunto del sistema estructural se compone de cuatro elementos que se incluyen en la patente: módulos, barras de las capas superior e inferior, nudos con articulación simple y nudos con articulación bloqueable.

10

El módulo está formado por tres barras (módulo tetraédrico) o cuatro barras (módulo piramidal), con una articulación simple en el nudo inferior, que permite la apertura del módulo. Las barras de las capas superior e inferior de la malla están formadas por dos tramos articulados en su punto medio por una rótula bloqueable. Al cerrarse estas barras la estructura se pliega y al abrirse y quedar en prolongación la estructura se despliega. La articulación bloqueable es necesaria para que la estructura quede fija y pueda resistir cargas. El uso de articulaciones bloqueables proporciona la completa estabilidad de la estructura, evitando tener que añadir barras a mayores una vez que ésta se encuentra desplegada. Todas las barras de la estructura se encuentran conectadas a los nudos en todo momento, antes, durante y tras el despliegue. Las barras traccionadas pueden ser sustituidas por cables o cualquier otro elemento resistente a tracción.

15

20

Los nudos asociados al módulo son simples articulaciones de eje horizontal para permitir el movimiento de las barras de dicho módulo. Tienen un diseño especial que permite el movimiento normal pero que también impide movimientos no deseados que podrían obstaculizar el plegado.

25

Los nudos con articulaciones bloqueables son los elementos fundamentales. Permiten la transmisión de compresiones de un extremo al otro de la barra y, al tiempo, impiden el pandeo. Puesto que son posibles varios tipos, se aportan las soluciones básicas.

30

Las barras que componen la estructura pueden ser de cualquier material como, por ejemplo, acero, aluminio, madera, plásticos o fibra de carbono. Asimismo, las barras pueden tener cualquier sección como, por ejemplo, sección circular, rectangular, hueca o maciza. Los nudos pueden ser de cualquier material.

5

#### DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Para la mejor comprensión de lo que antecede se acompañan unos dibujos que muestran, sólo a título de ejemplo, el esquema básico de la malla y los tipos de nudos.

- 10 La figura 1 muestra un conjunto de cuatro módulos, totalmente desplegado (a), en posición intermedia (b) y totalmente plegado (c), que sería la forma adecuada para su transporte.

La figura 2 muestra la malla espacial desplegada en posición final como cubierta de un recinto.

- 15 La figura 3 muestra la misma malla en una posición intermedia de despliegue.

En las tres figuras anteriores se indica la posición de los cuatro tipos de nudos, señalados como N1, N2, N3 y N4.

- La figura 4 muestra el nudo tipo N1. En la que a) es una sección transversal, b) una axonometría, y c), d) y e) son la planta superior, alzado frontal y planta inferior respectivamente del elemento central paralelepédico del nudo (1).
- 20

La figura 5 muestra el nudo tipo N2. En la que a) es una sección transversal, b) una axonometría, y c), d) y e) son el alzado frontal, la planta superior y la planta inferior respectivamente de la pieza con cuatro aletas (9).

- La figura 6 muestra el nudo tipo N3. En la que a) es una sección transversal, b) una axonometría, y c), d) y e) son el alzado frontal, la planta superior y la planta inferior respectivamente de la pieza con cuatro aletas (11).
- 25

La figura 7 muestra el nudo tipo N4. En la que a) es una sección transversal, y b) y c) son un alzado frontal y la planta superior de la chapa (12).

- 30 DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERIDA

La malla, en este caso formada por módulos piramidales, se compone de cuatro barras diagonales de sección hueca o maciza, tubular o con otro perfil cualquiera, que se unen

al nudo inferior por dos aletas u otro procedimiento que permita el giro en el plano de la barra. Los nudos superiores del módulo se unen por medio de barras con articulación bloqueable en el centro que permite el movimiento durante el despliegue y una fijación sólida al finalizar. Estas barras pueden situarse diagonalmente o uniendo los cuatro nudos de la cara superior. Los nudos inferiores se unen a los de los módulos adyacentes con barras articuladas en su centro con articulación bloqueable o de otro tipo o con simples cables si están únicamente a tracción. El conjunto puede soportar una cubrición tanto textil como rígida que puede plegarse y desplegarse con el entramado de barras o bien colocarse en obra al final del despliegue.

10

La articulación bloqueable está formada por nudos tipo N1. Consta de una pieza paralelepípedica de acero, aluminio u otro tipo de metal o material resistente (1), que se mecaniza para ajustar las piezas móviles en la forma indicada en la figura u otra similar. El nudo tiene un agujero cuadrado en el centro que permite el deslizamiento del elemento de bloqueo. A las barras resistentes (8) se ajusta una aleta (5) que se articula al nudo por medio de unos pernos (7) y que lleva pegada una lámina de teflón (6) u otro material similar para conseguir un buen ajuste al cerrarse contra el nudo. El mecanismo de bloqueo está formado por una cruz o placa (2) con cuatro ranuras en sus extremos y un eje que ajusta al agujero cuadrado, que tiene esa forma para impedir el giro de eje vertical. En la parte inferior se coloca un muelle (3) y un tornillo de cabeza ancha (4), de tal manera que al girar las barras el resbalón de la aleta haga subir el elemento de bloqueo, pero una vez cerrado el nudo el muelle hace que se deslice hacia abajo impidiendo una apertura accidental.

15

25

Las articulaciones simples están formadas por tres tipos de nudos dependiendo de su posición. El nudo N2 se utiliza para los nudos en los que concurren ocho barras, pero situadas en dos planos diferentes, el nudo N3 se utiliza para nudos con ochos barras en cuatro planos diferentes y el nudo N4 para nudos de dos barras. Con la solución propuesta sólo son necesarias tres tipos de piezas diferentes.

30

El nudo tipo N2 sigue el mismo patrón geométrico que el nudo tipo N1 sobre el que se articulan cuatro barras con aletas similares a las anteriores, pero sin resbalón ni mecanismo de bloqueo. Al nudo (1) se adosa por su parte inferior una pieza con cuatro

aletas (9) que permiten articular por medio de pernos (7) otras cuatro barras situadas en los mismos dos planos que las anteriores. Estas barras tienen una aleta doble (10) para que la carga se transmita sin excentricidad. Es el nudo característico de la cara superior de la malla donde se unen las barras de la capa superior y las diagonales.

5

El nudo tipo N3 sigue el mismo patrón geométrico que el nudo tipo N1 sobre el que se articulan cuatro barras con aletas similares a las del nudo N2. Al nudo (1) se adosa por su parte superior una pieza (11) con cuatro aletas giradas  $45^\circ$  que permiten articular por medio de pernos (7) otras cuatro barras situadas en planos bisectores de las anteriores.

10 También en este caso estas barras tienen una aleta doble (10). Es el nudo característico de la cara inferior de la malla donde se unen las barras de la capa inferior y las diagonales.

El nudo tipo N4 está formado por una simple chapa (12) que actúa como biela. Las  
15 barras de la cara inferior (8) se articulan a ella por medio de chapas dobles (10) y pasadores (7).

Los nudos están diseñados para que mantengan en todo momento la axialidad de esfuerzos, evitando excentricidades que provocarían flexiones.

## REIVINDICACIONES

1. Malla espacial de doble capa de módulo tetraédrico o piramidal caracterizada por ser desplegable (Fig. 1) mediante el uso de articulaciones bloqueables o autobloqueables (Fig. 4) y porque la totalidad de las barras se encuentran conectadas a los nudos (Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6 y Fig. 7) en todo momento, antes, durante y tras el despliegue, pudiendo además, ser sustituidas las barras traccionadas por cables.  
5
2. Malla espacial de doble capa de módulo tetraédrico o piramidal, según reivindicación 1<sup>a</sup>, caracterizada porque el nudo de la articulación bloqueable o autobloqueable (Fig. 4) está formado por una pieza sobre la que se articulan las barras de la capa superior por un sistema de bisagras.  
10
3. Malla espacial de doble capa de módulo tetraédrico o piramidal, según reivindicaciones 1<sup>a</sup> y 2<sup>a</sup>, caracterizada porque la articulación autobloqueable se fija por medio de un muelle o resorte elástico.  
15
4. Malla espacial de doble capa de módulo tetraédrico o piramidal, según reivindicaciones 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> y 3<sup>a</sup>, caracterizada porque los nudos articulados mantienen en todo momento la axialidad de esfuerzos, evitando excentricidades.  
20

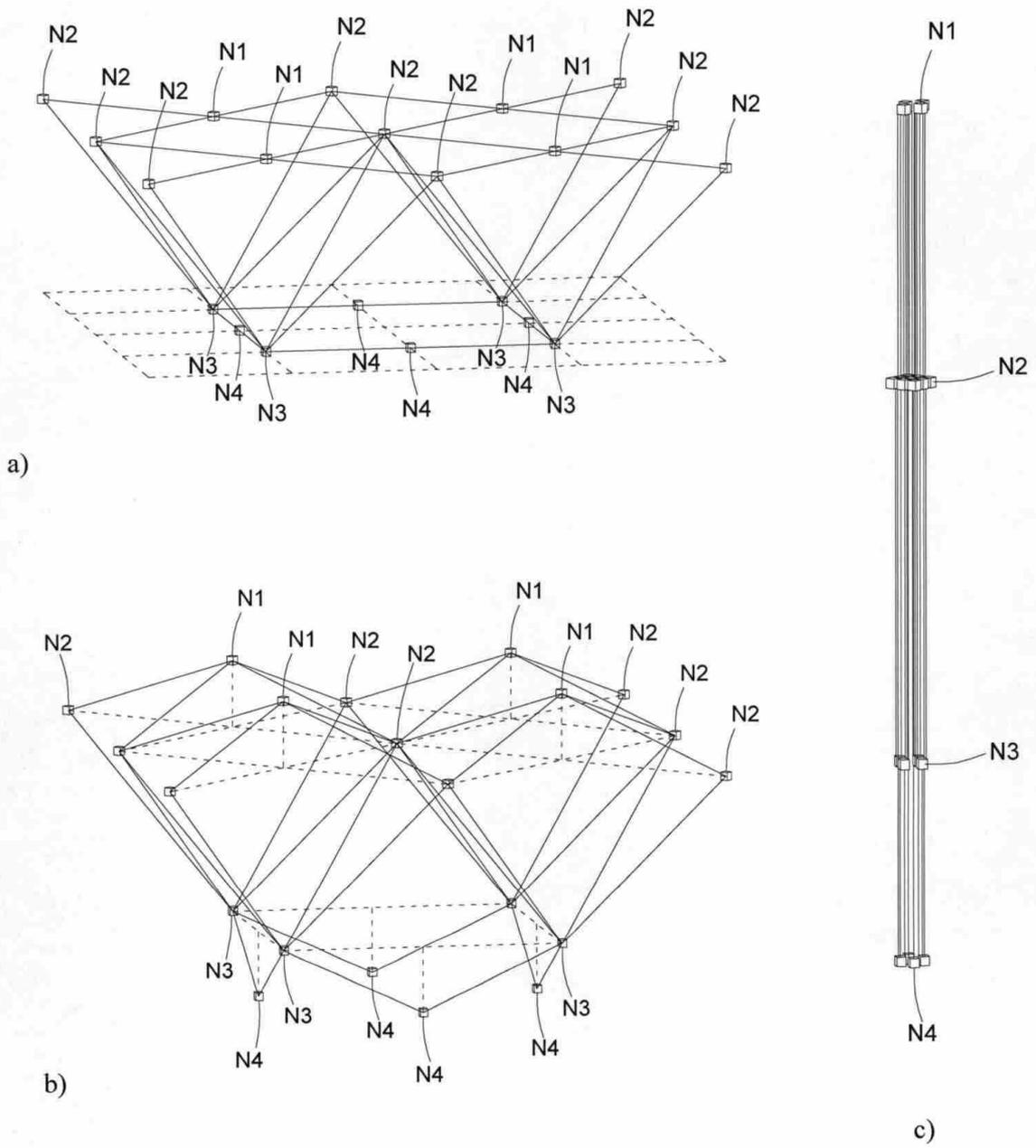


Figura 1

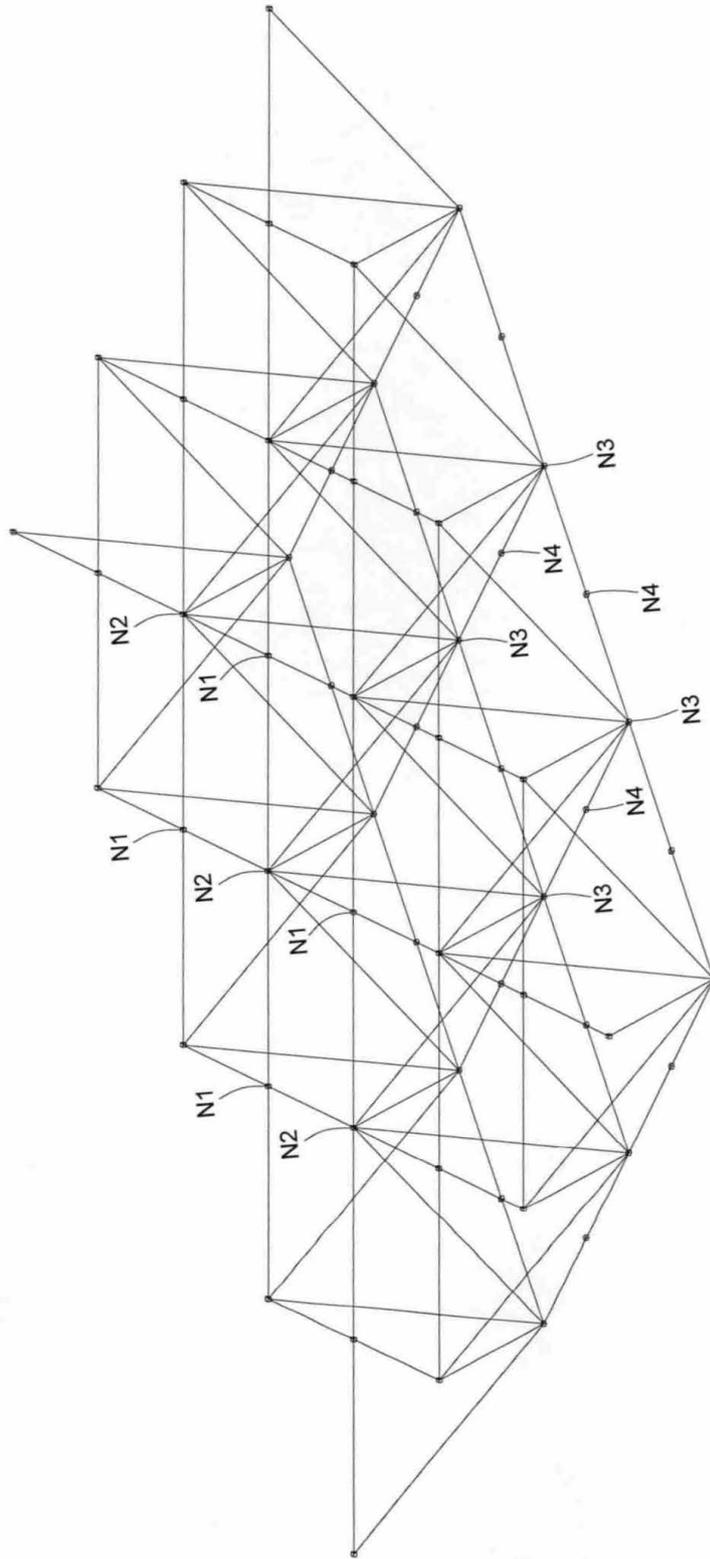


Figura 2

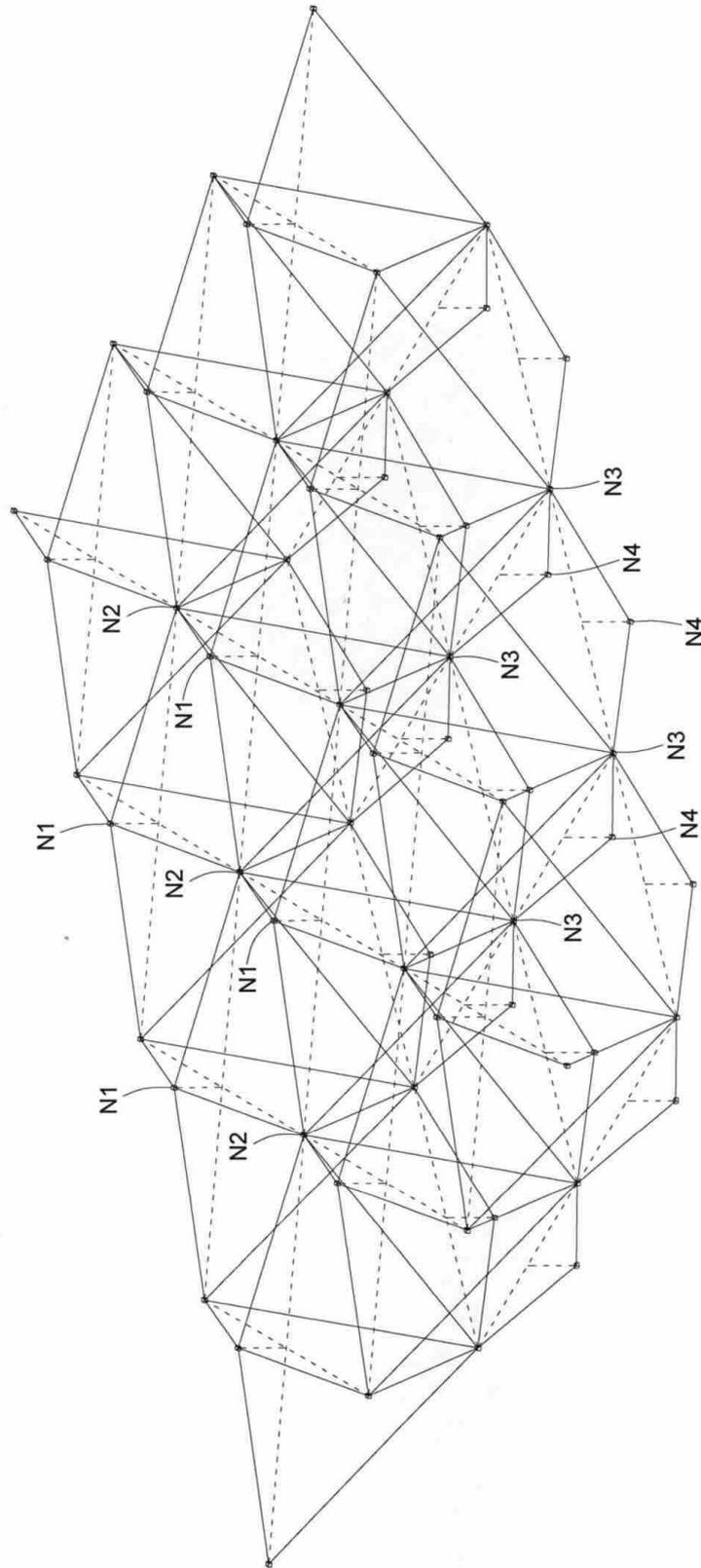


Figura 3

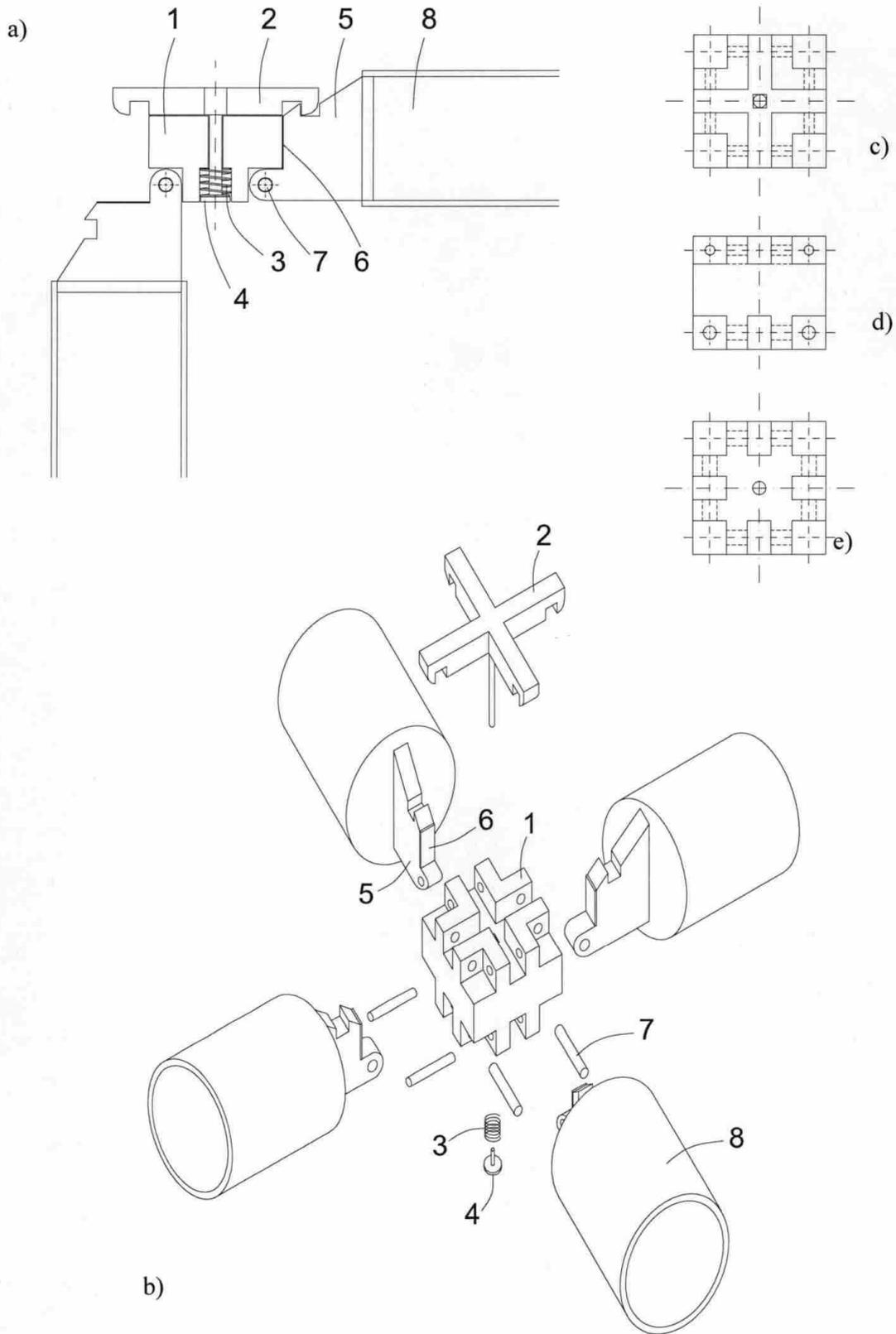


Figura 4

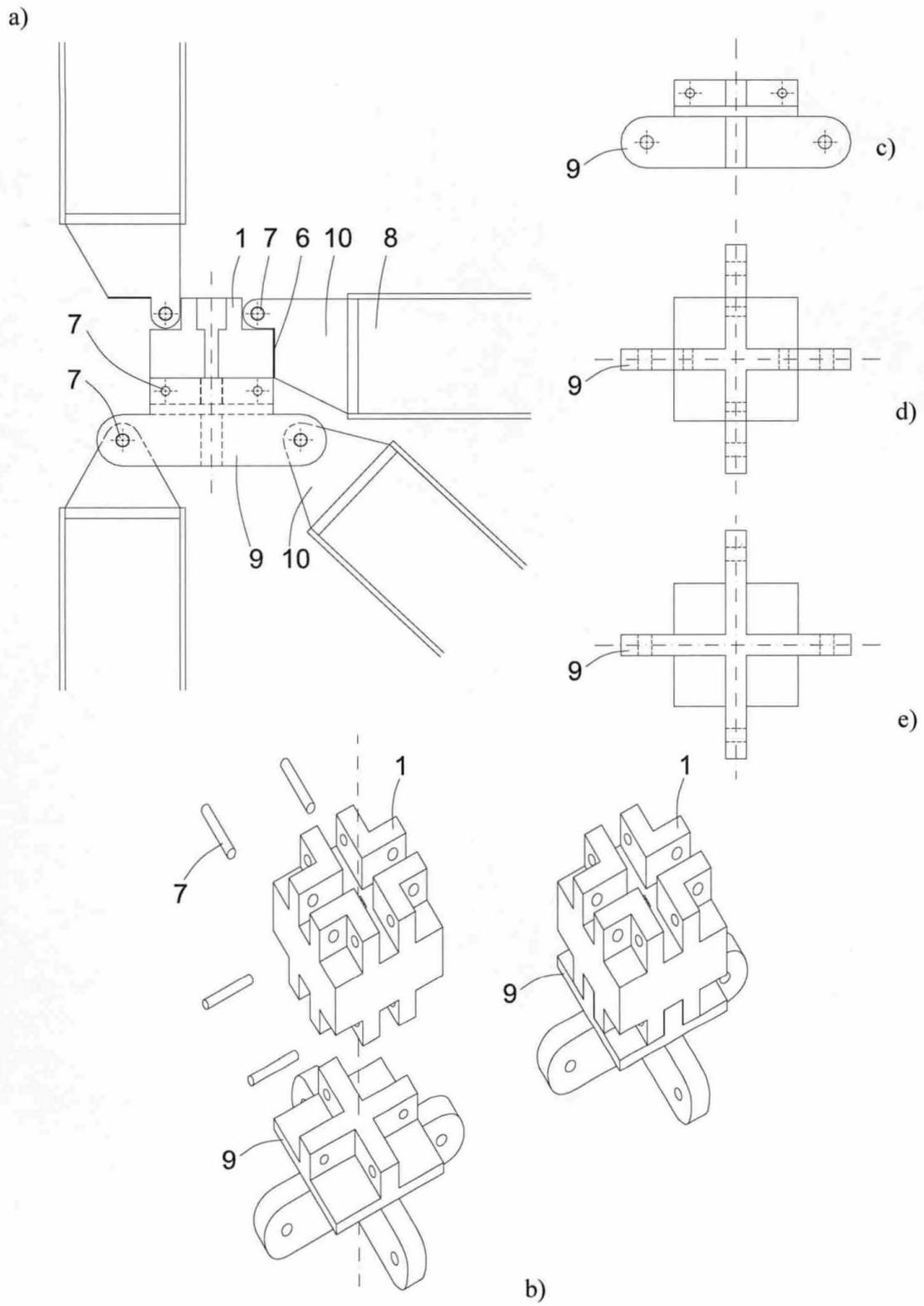


Figura 5

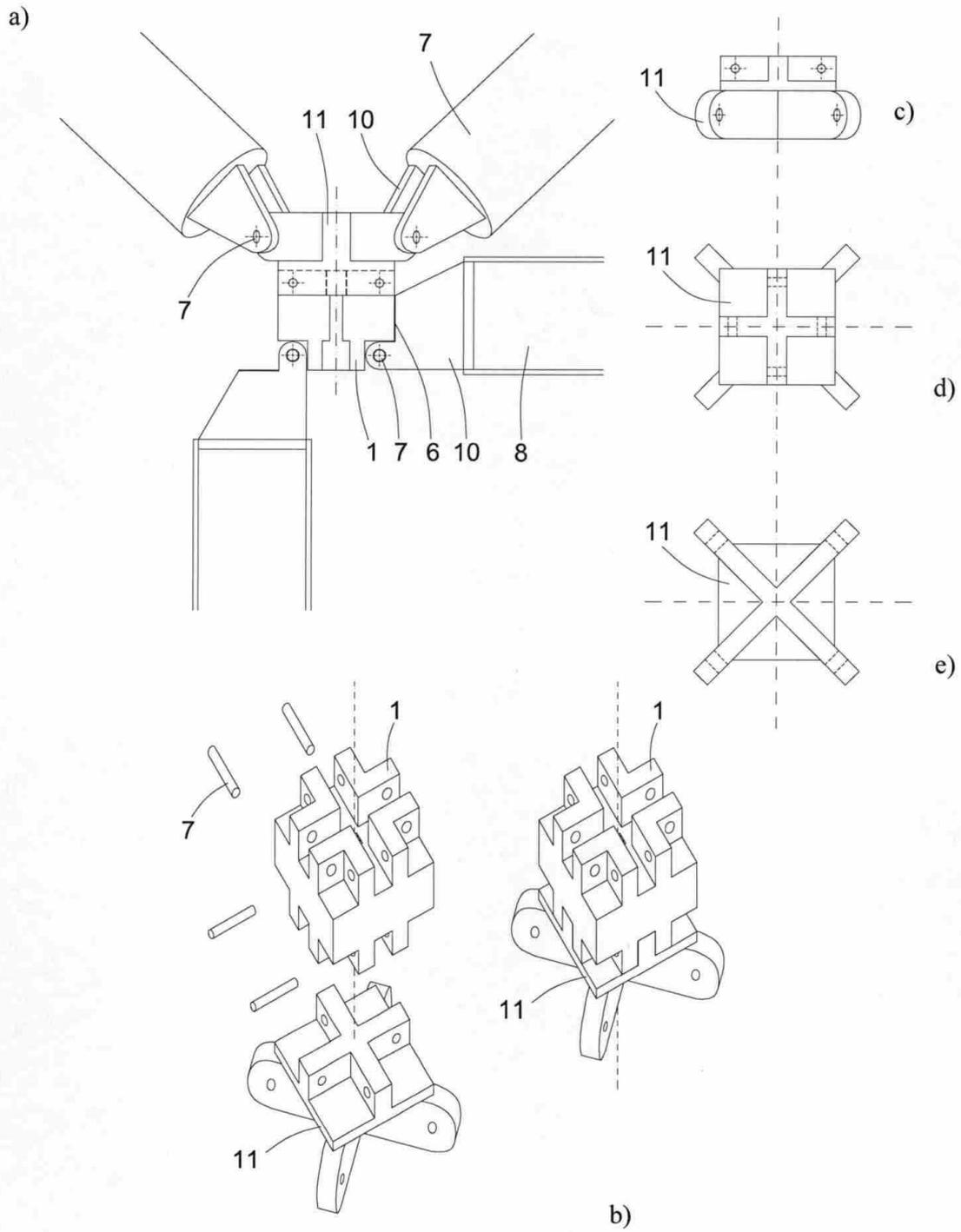


Figura 6

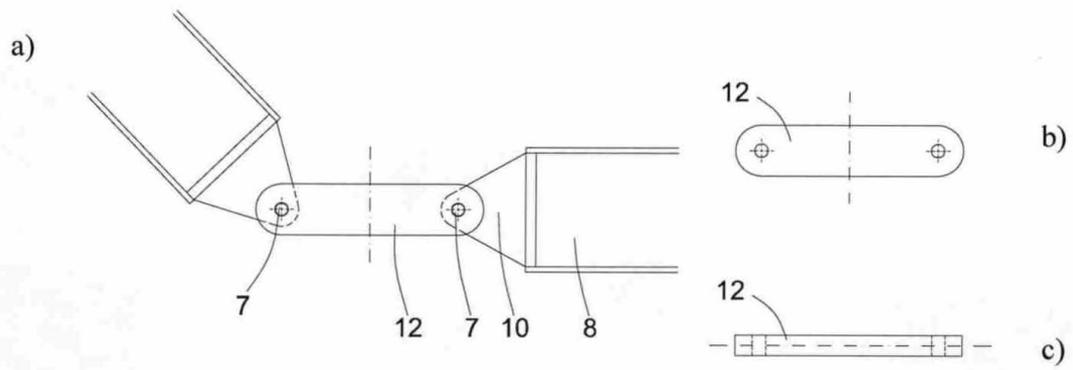


Figura 7



②① N.º solicitud: 201500425

②② Fecha de presentación de la solicitud: 05.06.2015

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **E04B1/344** (2006.01)  
**E04B1/19** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	ES 2035208T T3 (SHUCO INTERNATIONAL KG) 16/04/1993, columna 1, líneas 2-15; columna 2, línea 63- columna 4, línea 68; columna 4, líneas 43-51; columna 5, Línea 28-columna 6, línea 15; figuras.	1,2
Y	US 4296585 A (BINI DANTE) 27/10/1981, columna 3, líneas 41-47; columna 3, línea 66- columna 4, Línea 6; figuras 3- 4.	1,2
Y	US 3221464 A (MILLER ALVIN E) 07/12/1965, Columna 4, línea 72-columna 5, línea 32; figuras 7-11.	1,2
A	US 4838003 A (ZEIGLER THEODORE R) 13/06/1989, Reivindicaciones; figuras 1-5.	1,2
A	EP 0250888 A2 (BERNAUER ROLF) 07/01/1988, Figuras 9-19.	1,2
A	BE 1001256 A3 (LESPEROY HENRI et al.) 05/09/1989, figuras 1-9.	1
A	US 2682235 A (BUCKMINSTER FULLER RICHARD) 29/06/1954, Columna 6, líneas 32-41; figura 7.	3

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  
02.12.2016

Examinador  
M. Sánchez Robles

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: 02.12.2016

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-4	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 3,4	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1,2	<b>NO</b>

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	ES 2035208T T3 (SHUCO INTERNATIONAL KG)	16.04.1993
D02	US 4296585 A (BINI DANTE)	27.10.1981
D03	US 3221464 A (MILLER ALVIN E)	07.12.1965
D04	US 4838003 A (ZEIGLER THEODORE R)	13.06.1989
D05	EP 0250888 A2 (BERNAUER ROLF)	07.01.1988
D06	BE 1001256 A3 (LESPEROY HENRI et al.)	05.09.1989
D07	US 2682235 A (BUCKMINSTER FULLER RICHARD)	29.06.1954

**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**

El documento D01 (las referencias entre paréntesis se refieren a este documento) divulga una malla espacial de doble capa de módulo tetraédrico o piramidal (ver figuras 2,5,14 y 16) desplegable (ver figuras 1 a 4) mediante el uso de articulaciones (ver figuras 6 a 12,19,20), en la que todas las barras se encuentran conectadas a los nudos en todo momento (ver figura 3), pudiendo ser sustituidas las barras traccionadas por cables (ver figuras 13 y 17).

En dicho documento D01, que contiene nudos con 4 barras articuladas (figuras 1 a 4) y nudos con 8 barras articuladas (figuras 5-7), no se divulgan las articulaciones bloqueables como en la reivindicación 1 de la solicitud.

Sin embargo, el documento D02 muestra (ver figuras 3 y 4) un sistema de anclaje o bloqueo (ver figura 4) de unas barras articuladas en un nudo (ver figura 3) por medio del cual se fija o bloquea a las barras en un ángulo determinado.

Por otro lado, el documento D03 contiene (ver figuras 7 a 11) un módulo tetraedro con articulaciones en sus vértices y en la que una de las barras tiene una articulación intermedia central que permite el plegado de l módulo sin que las barras dejen de estar unidas a los nudos en ningún momento del plegado o desplegado, como en el nudo 4 de la solicitud.

El experto en la materia combinaría de manera obvia el documento D01 con los documentos D02 y D03 para obtener el objeto de la reivindicación 1 de la solicitud.

Del mismo modo, el objeto de la reivindicación 2, sería obvio para el experto en la materia, al aplicar sobre un nudo de la capa superior en D01 (153, ver figuras 2,3 de D01), un elemento de bloqueo (figura 4 de documento D02).

Por tanto, a la vista de los documentos citados del estado de la técnica anterior, D01 a D03, el objeto de las reivindicaciones 1 y 2 de la solicitud carecería de actividad inventiva (Art.8.1 LP 11/1986).