

19



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 646 239**

21 Número de solicitud: 201630772

51 Int. Cl.:

**G01M 5/00** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**08.06.2016**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**12.12.2017**

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
(100.0%)  
Ramiro de Maeztu 7  
28040 Madrid ES**

72 Inventor/es:

**AVILA JALVO, Jose Miguel;  
ANTUÑA BERNARDO, Joaquin Francisco y  
AVILA NIETO, Miguel**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

54 Título: **Procedimiento de determinación de la rigidez en vigas y forjados en estructuras existentes**

57 Resumen:

Procedimiento de determinación de la rigidez en vigas y forjados en estructuras existentes.

Procedimiento de determinación de la rigidez en vigas y forjados (1) en estructuras existentes, que comprende las fases de colocación de forma inferior a la viga o forjado (1) y con un espacio de separación, de una viga adicional (2), sustentada de forma isostática, de material, sección y rigidez conocidos; colocación de medios de aplicación de cargas en espacio de separación; acotación de la posición de los medios de aplicación de cargas respecto a los extremos de la viga adicional (2); colocación de medios de medida de los desplazamientos; aplicación de carga; medida de los desplazamientos obtenidos, y; determinación de la rigidez de la viga o forjado (1) a analizar.

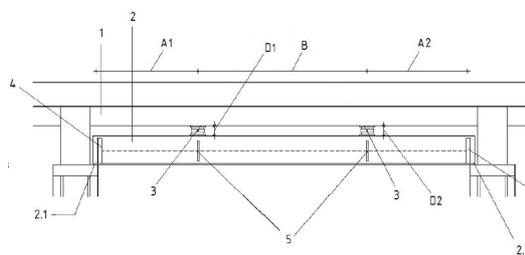


Fig. 1

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento de determinación de la rigidez en vigas y forjados en estructuras existentes

### 5 **Campo técnico de la invención**

La presente invención corresponde al campo técnico de la construcción, en concreto al área de reparación y refuerzo de estructuras de edificación existentes, así como al área de control de movimientos y peritaje de los mismos.

10

### **Antecedentes de la Invención**

La intervención en edificios existentes para mejorar sus condiciones resistentes es una actividad habitual en la construcción. Bien por cambios de uso o por el deterioro sufrido por diferentes causas, es habitual la necesidad de reforzar elementos de piso de edificios existentes o conocer el nivel de seguridad de su estado mecánico. Se trata de una actividad que se ha realizado habitualmente y que tiene tendencia a incrementarse en los próximos años.

15

20

En estructuras sometidas a flexión por efecto de la carga, acciones permanentes, variables y accidentales, pueden producirse con el tiempo deformaciones excesivas incompatibles con el uso previsto o con una nueva utilización. Para dar solución a este problema debe realizarse una evaluación del estado de la estructura, identificando las causas del deterioro, determinando cuál es la carga que genera la deformación y posteriormente reparando o reforzando el elemento estructural afectado.

25

La reparación y refuerzo de estructuras sometidas a flexión es una técnica difundida en la que numerosas empresas comercializan productos y procedimientos.

30

Una de las técnicas más utilizadas consiste en adherir o conectar el refuerzo a la estructura existente utilizando todo tipo de adhesivos y conectadores. Existen también técnicas en las que se utilizan medios para presionar el refuerzo contra la estructura existente y, como máxima precisión, técnicas de postesado que aplican cargas conocidas en el sistema compuesto por obra de refuerzo y obra existente, para poner en carga el refuerzo. No

obstante, de ninguno de estos procedimientos se deduce cuál es el valor de la carga que está recibiendo la estructura original.

5 El problema en estos casos es que la hiperestaticidad de vigas y forjados en edificación impide conocer las fuerzas realmente aplicadas, salvo mediante procedimientos complejos, costosos y lentos.

Como ejemplo del estado de la técnica pueden mencionarse los documentos de referencia WO9311322 y ES2149107.

10

En el documento de referencia WO9311322 se define un dispositivo para reforzar techos o forjados ya construidos, que comprende vigas de refuerzo y elementos de apoyo de las vigas. Cada viga está constituida por al menos dos piezas tubulares enchufadas telescópicamente entre sí de forma ajustada, determinando al menos una pieza externa hueca y al menos otra pieza interna, adaptadas para ser aplicadas sobre la cara inferior del

15

techo o forjado que se desee reforzar, añadiendo material de relleno en el espacio libre entre el techo o forjado y la viga, en la que cada pieza interna está tan solo parcialmente introducida en la o las piezas externas contiguas. Cada elemento de apoyo de un extremo de una viga de refuerzo, está constituido por una base, susceptible de ser aplicada sobre

20

una cara vertical de un pilar o de un muro de carga, y por una porción saliente, solidaria de la base y adaptada para recibir el acoplamiento del extremo de una viga de refuerzo.

20

En este caso resulta un dispositivo de refuerzo en el que se añade una viga de refuerzo por la parte inferior del forjado que se solidariza con el mismo para obtener la máxima

25

resistencia, pero sin poder conocer la rigidez del forjado existente ni qué parte de la carga soporta el refuerzo. Mediante este dispositivo de refuerzo no se puede conocer qué parte de carga soporta el refuerzo, lo que obliga a mayores secciones en las vigas que se añaden con el consiguiente aumento del coste.

25

El documento de referencia ES2149107 define un dispositivo de refuerzo para forjados, que utiliza varios perfiles de chapa plegada que se solapan por sus extremos, comprendiendo una armadura interna formada por, al menos un cable o similar, además de un compuesto que llena el interior del perfil acanalado dando consistencia a todo el dispositivo, y actuando como elemento de unión entre ellos, comprendiendo además medios de sujeción con el

30

forjado donde se acoplan y medios de sujeción con las paredes entre las cuales se halla el citado forjado.

5 Con este dispositivo se gana en rapidez de colocación, pero de nuevo se están colocando unos refuerzos de una parte de la estructura, como es el forjado en este caso, sin un conocimiento preciso de cuál es la rigidez de dicho forjado y las cargas aplicadas al mismo.

10 No se ha encontrado en el estado de la técnica ningún procedimiento que permita determinar la rigidez de un elemento estructural existente, de manera que sea posible controlar de forma precisa, sencilla y a bajo coste, qué fuerzas se están aplicando realmente sobre dicho elemento, salvo que se realicen pruebas de carga o procesos de elevado rango de complejidad. En la actualidad únicamente mediante sistemas realmente complejos y costosos se puede valorar la relación carga-deformación de una estructura hiperestática ya en uso.

15

### **Descripción de la invención**

El procedimiento de determinación de la rigidez en vigas y forjados en estructuras existentes que aquí se presenta comprende las siguientes fases.

20

Una primera fase de colocación de forma inferior a la viga o forjado a analizar y con un determinado espacio de separación de la misma, de una viga adicional o una estructura de barras articuladas, sustentada de forma isostática, siendo el material, sección y rigidez de la viga adicional o las barras articuladas conocidos.

25

Una segunda fase de colocación de unos medios de aplicación de cargas en el espacio de separación existente entre la viga o forjado a analizar y la viga adicional o la estructura de barras articuladas.

30

A continuación, una tercera fase consistente en la acotación de la posición de los medios de aplicación de cargas respecto a los extremos de la viga adicional o de la estructura de barras articuladas.

35

Seguidamente, la cuarta fase consiste en la colocación de unos medios de medida de los desplazamientos.

La quinta fase es la aplicación de carga.

Una sexta fase de medida de los desplazamientos obtenidos, tanto en la viga o forjado a analizar como en la viga adicional o la estructura de barras articuladas.

5

Y por último, una séptima fase de determinación de la rigidez de la viga o forjado a analizar.

Según una realización preferente, cuando se coloca una viga adicional, la medida de los desplazamientos obtenidos se refiere a los desplazamientos absolutos de los puntos de aplicación de las cargas tanto en la viga o forjado a analizar como en la viga adicional.

10

Según otra realización preferente, cuando se coloca una estructura de barras articulada, la medida de los desplazamientos obtenidos se refiere al descenso como relación con los alargamientos y acortamientos de las barras.

15

En cualquiera de estos casos y según una realización preferida, los medios de aplicación de cargas están formados por unos gatos o cuñas.

De acuerdo con otro aspecto y en una realización preferente, los medios de medida de los desplazamientos están formados por unas referencias situadas en los extremos de la viga adicional o la estructura de barras articulada con un nivel entre las mismas y unas guías en los puntos donde están situados los medios de aplicación de la carga.

20

Según otra realización preferente, los medios de medida de los desplazamientos están formados por un dispositivo óptico de lectura instantánea de los desplazamientos relativos de cada punto de aplicación de las cargas respecto a los extremos de la viga adicional o la estructura de barras articulada, conectado digitalmente con un programa automático de cálculo de la fuerza aplicada en cada instante así como de la rigidez del elemento existente.

25

Con el procedimiento de determinación de la rigidez en vigas y forjados en estructuras existentes que aquí se propone se obtiene una mejora significativa del estado de la técnica.

30

Esto es así pues se consigue un procedimiento que permite aplicar fuerzas de valor y posición conocidas a la estructura que se refuerza.

35

Además, la manera en que se desarrolla el proceso no condiciona la probable hiperestaticidad creada por la forma habitual de construir los apoyos de la viga de refuerzo. Por otra parte, este procedimiento permite conocer con gran aproximación la rigidez de la estructura existente.

5

El sistema de refuerzo resuelve tanto la incertidumbre de la puesta en carga del sistema como la precisión de las fuerzas aplicadas en esta puesta en carga, reduciendo los esfuerzos de flexión en el elemento a reforzar a la cantidad precisa y necesaria, al tiempo que se aumenta la rigidez del conjunto en las mismas condiciones.

10

Se trata por tanto de un procedimiento que permite controlar de manera precisa los esfuerzos que soportan tanto el refuerzo como la estructura existente y aumentar la rigidez del sistema completo hasta la cantidad deseada sin más que colocar piezas de refuerzo cuya inercia se ajuste a las necesidades de esta ganancia.

15

Por otra parte, la ejecución del refuerzo no está condicionada al empleo de sistemas de apoyo especiales, ni al empleo métodos de medida sofisticados, ni a piezas especiales, telescópicas o demás sistemas complejos, por lo que se puede aplicar a cualquier tipo de elemento trabajando a flexión.

20

Realmente, el procedimiento es una aplicación elemental de conocimientos de mecánica y para cuya aplicación sólo es necesario emplear gatos o incluso cuñas de madera o metálicas y elementos de medición sencillos y fáciles de manejar.

25

### **Breve descripción de los dibujos**

Con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se aporta como parte integrante de dicha descripción, una serie de dibujos donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

30

La Figura 1.- Muestra una representación de la segunda fase del procedimiento de determinación de la rigidez en vigas y forjados en estructuras existentes, para un modo de realización preferente de la invención.

35

La Figura 2.- Muestra una representación de los instantes posteriores a la quinta fase del procedimiento de determinación de la rigidez en vigas y forjados en estructuras existentes, para un modo de realización preferente de la invención.

5 **Descripción detallada de un modo de realización preferente de la invención**

10 A la vista de las figuras aportadas, puede observarse cómo en un modo de realización preferente de la invención, el procedimiento de determinación de la rigidez en vigas y forjados 1 en estructuras existentes que aquí se propone comprende una serie de fases que son las siguientes.

15 Una primera fase de colocación de forma inferior a la viga o forjado 1 a analizar y con un determinado espacio de separación de la misma, de una viga adicional 2 o una estructura de barras articuladas, sustentada de forma isostática, siendo el material, sección y rigidez de la viga adicional 2 o las barras articuladas conocidos.

20 En este modo de realización preferente de la invención, como se muestra en la Figura 1, la estructura a analizar es un forjado 1 y para llevar a cabo este procedimiento, se coloca bajo el mismo una viga adicional 2.

A continuación, la segunda fase del procedimiento consiste en la colocación de unos medios de aplicación de cargas en el espacio de separación existente entre el forjado 1 a analizar y la viga adicional 2.

25 En este modo de realización preferente de la invención, los medios de aplicación de cargas están formados por unos gatos 3.

30 Una vez colocados estos medios de aplicación de cargas, se inicia la tercera fase que consiste en la acotación de la posición de los mismos respecto a los extremos 2.1, 2.2, de la viga adicional 2. Así pues, se acota las distancias A1 y A2 de dichos medios, en este caso formados por gatos 3, respecto a los extremos 2.1, 2.2, de la viga adicional 2 y la distancia B existente entre los dos gatos 3 que forman los medios de aplicación de carga. Igualmente se acota las distancias D1 y D2 existentes entre el forjado 1 a analizar y la viga adicional 2 en los puntos de aplicación de las cargas por dichos gatos 3.

35

5 La cuarta fase consiste en la colocación de unos medios de medida de los desplazamientos, que en este modo de realización preferente de la invención están formados por unas referencias 4 situadas en los extremos 2.1, 2.2, de la viga adicional 2 con un nivel entre las mismas y unas guías 5 en los puntos donde están situados los gatos 3 que forman los medios de aplicación de la carga.

A partir de este momento puede ya realizarse la quinta fase, la de aplicación de carga.

10 Al aplicar la carga, como se muestra en la Figura 2, aumenta la distancia existente entre el forjado 1 a analizar y la viga adicional 2 y, gracias al nivel colocado entre las referencias 4 situadas en los extremos 2.1, 2.2, de dicha viga adicional 2, se puede distinguir qué parte del desplazamiento D4 corresponde a la viga adicional 2 y qué parte del desplazamiento D5, al forjado 1 a analizar.

15 La sexta fase que tiene lugar a continuación es precisamente la medida de los desplazamientos D4, D5, así obtenidos, tanto en el forjado 1 a analizar como en la viga adicional 2. Esta medida, se refiere a los desplazamientos absolutos de los puntos de aplicación de las cargas tanto en el forjado 1 a analizar como en la viga adicional 2.

20 Finalmente, la séptima fase consiste en la determinación de la rigidez del forjado 1 a analizar.

25 Así pues, mediante este procedimiento en el que se coloca una viga adicional 2 debajo del forjado 1 y a cierta distancia del mismo y se aplica una carga mediante unos gatos 3 en unos puntos completamente acotados, al accionar estos gatos, tanto la viga adicional 2 como el forjado 1 a analizar experimentan una flexión.

30 En la viga adicional 2, conocido el descenso, también lo es la fuerza aplicada por cada gato 3. Así mismo, la relación entre el ascenso del forjado 1 y el descenso de la viga adicional 2 determina la rigidez del forjado 1 del edificio, ya que es inversamente proporcional a la rigidez de la viga adicional 2 de refuerzo en función de la relación entre sus movimientos. Y, como la rigidez de la viga adicional 2 es conocida, podemos conocer con precisión la rigidez del forjado 1.

Una vez determinada la rigidez de la estructura del edificio el dimensionado del refuerzo ya no tiene porqué ser isostático ni estar relacionado con la viga adicional de refuerzo del ensayo, pues cuando se ponga en carga la obra, a cada desplazamiento estará determinada la fuerza que se está aplicando.

5

La forma de realización descrita constituye únicamente un ejemplo de la presente invención, por tanto, los detalles, términos y frases específicos utilizados en la presente memoria no se han de considerar como limitativos, sino que han de entenderse únicamente como una base para las reivindicaciones y como una base representativa que proporcione una descripción comprensible así como la información suficiente al experto en la materia la información suficiente para aplicar la presente invención.

10

Con el procedimiento de determinación de la rigidez en vigas y forjados en estructuras existentes que aquí se propone se obtiene una mejora significativa del estado de la técnica.

15

Así pues, se trata de un procedimiento que se basa en producir una separación entre dos estructuras, medir que parte de esa separación corresponde a cada una y obtener la relación entre sus rigideces, que es equivalente a la relación entre sus movimientos. A partir de estas rigideces es posible calcular la fuerza que se ha aplicado en cada punto como consecuencia de esa separación, gracias a la relación biunívoca entre fuerzas y desplazamientos en una pieza isostática.

20

De este modo, gracias a la utilización de un elemento isostático, es posible conocer los datos que antes nos resultaban una incógnita y, una vez conocidos éstos, poder aplicar el refuerzo preciso que necesita la estructura, con la seguridad de que no vamos a fallar ni por exceso, lo que supondría un sobre coste, ni por defecto, que conllevaría posibles problemas de seguridad.

25

Se consigue por tanto, un procedimiento capaz de obtener con precisión, sencillez y bajo coste, las fuerzas que realmente se aplican en una estructura a reforzar y, conocer de forma precisa la rigidez de la misma.

30

Además, este procedimiento resulta igualmente válido para cualquier elemento flectado y para cualquier tipo de material. La utilización de medios de carga es sencilla, con lo cual los costes de este procedimiento son muy reducidos.

35

Gracias al modo de realización de este procedimiento, se puede conocer con precisión la rigidez del elemento estructural a reforzar, incluyendo el estado de degradación en el que se encuentre, sea por causas aparentes u ocultas. Esto hace que este sistema no sólo tenga aplicación para realizar refuerzos sin incertidumbres mecánicas sino para determinar el estado de una estructura existente, de modo que se pueda llegar a validar su capacidad y evitar intervenciones reparadoras innecesarias o para proyectar las necesidades de refuerzo conociendo claramente sus carencias.

5

10

15

20

25

30

35

## REIVINDICACIONES

- 1- Procedimiento de determinación de la rigidez en vigas y forjados (1) en estructuras existentes, **caracterizado por que** comprende las siguientes fases:
- 5
- colocación de forma inferior a la viga o forjado (1) a analizar y con un determinado espacio de separación de la misma, de una viga adicional (2) o una estructura de barras articuladas, sustentada de forma isostática, siendo el material, sección y rigidez de la viga adicional (2) o las barras articuladas conocidos;
  - colocación de unos medios de aplicación de cargas en el espacio de separación

10

  - existente entre la viga o forjado (1) a analizar y la viga adicional (2) o la estructura de barras articuladas;
  - acotación de la posición de los medios de aplicación de cargas respecto a los extremos de la viga adicional (2) o de la estructura de barras articuladas;
  - colocación de unos medios de medida de los desplazamientos;

15

  - aplicación de carga;
  - medida de los desplazamientos obtenidos, tanto en la viga o forjado (1) a analizar como en la viga adicional (2) la estructura de barras articuladas, y;
  - determinación de la rigidez de la viga o forjado (1) a analizar.
- 20
- 2- Procedimiento de determinación de la rigidez en vigas y forjados (1) en estructuras existentes, según la reivindicación 1, **caracterizado por que** cuando se coloca una viga adicional (2), la medida de los desplazamientos obtenidos se refiere a los desplazamientos absolutos de los puntos de aplicación de las cargas tanto en la viga o forjado (1) a analizar como en la viga adicional (2).
- 25
- 3- Procedimiento de determinación de la rigidez en vigas y forjados (1) en estructuras existentes, según la reivindicación 1, **caracterizado por que** cuando se coloca una estructura de barras articulada, la medida de los desplazamientos obtenidos se refiere al descenso como relación con los alargamientos y acortamientos de las barras.
- 30
- 4- Procedimiento de determinación de la rigidez en vigas y forjados (1) en estructuras existentes, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los medios de aplicación de cargas están formados por unos gatos (3) o cuñas.
- 35
- 5- Procedimiento de determinación de la rigidez en vigas y forjados (1) en estructuras existentes, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que**

los medios de medida de los desplazamientos están formados por unas referencias (4) situadas en los extremos (2.1, 2.2) de la viga adicional (2) o la estructura de barras articulada con un nivel entre las mismas y unas guías (5) en los puntos donde están situados los medios de aplicación de la carga.

5

- 6- Procedimiento de determinación de la rigidez en vigas y forjados (1) en estructuras existentes, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** los medios de medida de los desplazamientos están formados por un dispositivo óptico de lectura instantánea de los desplazamientos relativos de cada punto de aplicación de las cargas respecto a los extremos de la viga adicional (2) o la estructura de barras articulada, conectado digitalmente con un programa automático de cálculo de la fuerza aplicada en cada instante así como de la rigidez del elemento existente.

10

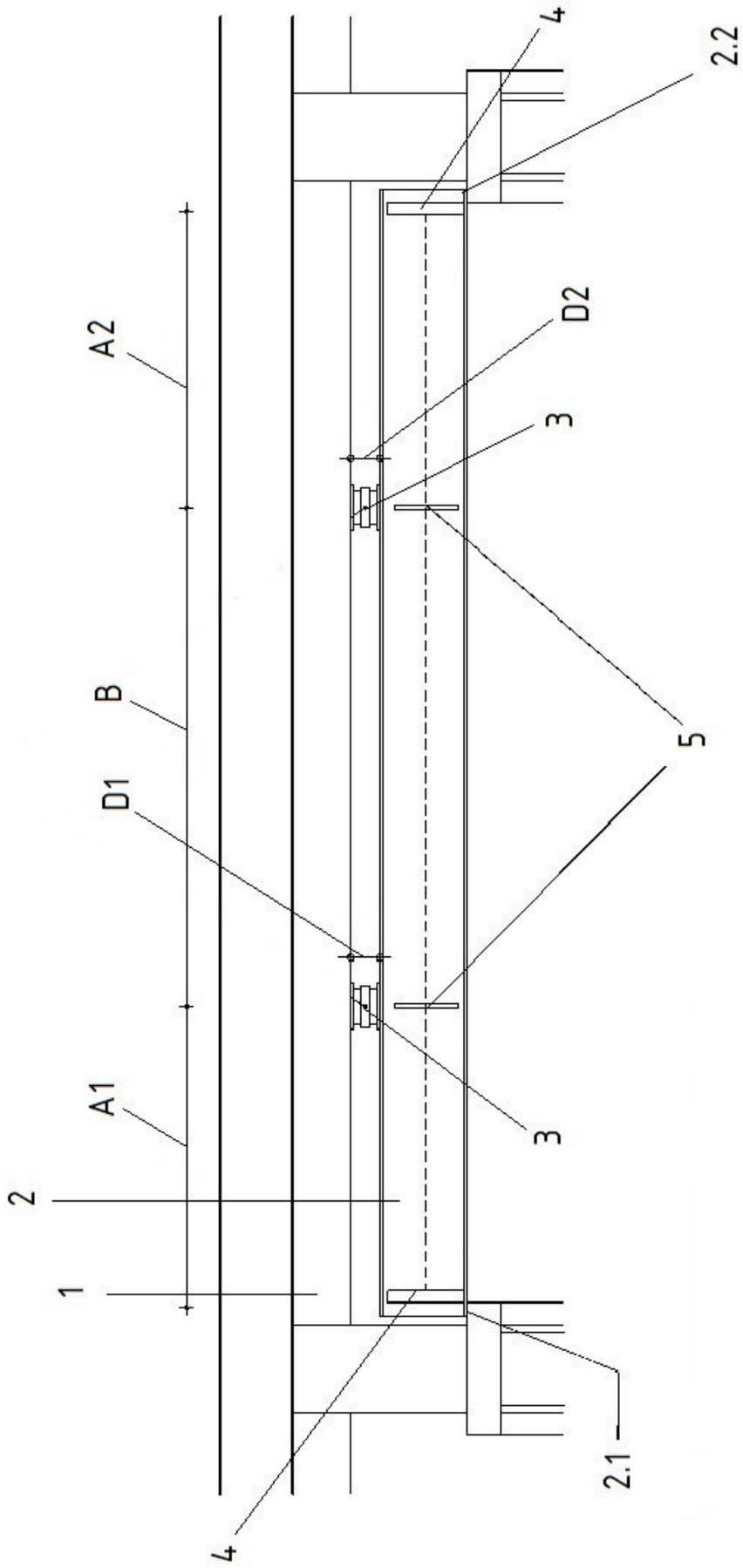


Fig. 1





- ②① N.º solicitud: 201630772  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 08.06.2016  
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **G01M5/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	L Limones. "Intervención de refuerzos estructurales en edificios existentes. Elementos sometidos a flexión". Trabajo fin de grado. ETSAM, Universidad Politécnica de Madrid. Enero 2016 <a href="http://oa.upm.es/39196/1/TFG_LIDIA_LIMONES_AHIJON.pdf">http://oa.upm.es/39196/1/TFG_LIDIA_LIMONES_AHIJON.pdf</a>	1,2, 4-6
A	US 2012215465 A1 (SHURAIM AHMED B et al.) 23/08/2012, Párrafos [0013] - [0140]; figuras 1 - 23.	1-6
A	WO 2016047093 A1 (NEC CORP) 31/03/2016, Resumen de la base de datos WPI y figura 1. Recuperado de EPOQUE	1-6
A	WO 2016013508 A1 (NAT UNIV CORP TOTTORI UNIV et al.) 28/01/2016, Resumen de la base de datos WPI y figura 1. Recuperado de EPOQUE.	1-6

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  
13.10.2016

Examinador  
B. Tejedor Miralles

Página  
1/4

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

G01M

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, bases de datos de patentes de texto completo, bases de datos de literatura no patente, internet

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 13.10.2016

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 3, 6	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1, 2, 4, 5	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 3	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1, 2, 4-6	<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	L Limones. "Intervención de refuerzos estructurales en edificios existentes. Elementos sometidos a flexión". Trabajo fin de grado. ETSAM, Universidad Politécnica de Madrid. Enero 2016	01.2016
D02	US 2012215465 A1 (SHURAIM AHMED B et al.)	23.08.2012
D03	WO 2016047093 A1 (NEC CORP)	31.03.2016
D04	WO 2016013508 A1 (NAT UNIV CORP TOTTORI UNIV et al.)	28.01.2016

**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 se considera como el documento del estado de la técnica más próximo al objeto definido en la primera reivindicación.

**Reivindicación 1:**

El documento D01 divulga diversos procedimientos de determinación de la rigidez en vigas y forjados en estructuras existentes (D01 páginas 22-25), siendo el sistema Noubau, en particular, el que consta de las siguientes fases (D01: páginas 24):

- colocación de forma inferior a la viga o forjado con un determinado espacio de separación de una viga adicional (perfil de chapa plegada de sección en U);
- colocación de unos medios de aplicación de cargas en el espacio de separación entre la viga existente y el perfil de chapa;
- acotación de la posición de los medios de aplicación de la carga respecto de los extremos;
- colocación de medios de medida de desplazamientos;
- aplicación de la carga;
- medida de los desplazamientos;
- determinación de la rigidez.

Así, la primera reivindicación no presentaría novedad según el artículo 6.1 de la ley de patentes 11/1986.

**Reivindicaciones dependientes 2-6:**

Las reivindicaciones 2, 4 y 5 se encuentran presentes en el documento D01, por lo que no presentarían novedad según el artículo 6.1 de la ley de patentes 11/1986.

Las características técnicas de la reivindicación 3 no se han contemplado en el documento D01. El documento D02 divulga una estructura de forjado sobre la que se propone aplicar el método de los marcos equivalentes para determinar la rigidez del mismo, en la que no se utiliza una estructura de barras articuladas. Así, se considera que las características técnicas diferenciales no parecen derivarse de manera evidente de ninguno de los documentos citados, ni de forma individual ni mediante una combinación evidente entre ellos. Por lo tanto, dicha reivindicación satisfaría los requisitos de novedad y actividad inventiva según los artículos 6.1 y 8.1 de la ley de patentes 11/1986.

La reivindicación 6 divulga la utilización de medios ópticos para realizar la medida de los desplazamientos conectado con un programa automático de cálculo de fuerza y de rigidez del elemento existente. El documento D01 no expone la utilización de dichas características técnicas. Sin embargo, se considera que tanto la utilización de medios ópticos como de un programa como los enunciados son técnicas muy conocidas y por lo tanto, obvias para un experto en la materia. A modo de ejemplo está el documento D02 que emplea un ordenador con un programa automático de cálculo de fuerzas y rigidez; el documento D03 dispone de una unidad de cálculo de desplazamientos antes y después de la aplicación de las cargas y un dispositivo óptico para medir los desplazamientos; y D04 cuenta con un medidor de desplazamientos óptico (cámara). Por lo tanto, dicha reivindicación no presentaría actividad inventiva según el artículo 8.1 de la ley de patentes 11/1986.