

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 603 954**

51 Int. Cl.:

**E04H 9/02**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.01.2014** **E 14152943 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.08.2016** **EP 2899334**

54 Título: **Aparato de apoyo con rigidez controlada**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**02.03.2017**

73 Titular/es:

**SOLETANCHE FREYSSINET (100.0%)**  
**280 avenue Napoléon Bonaparte**  
**92500 Rueil Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

**CONNESON, MICAËL y**  
**DIAZ, SÉBASTIEN**

74 Agente/Representante:

**VEIGA SERRANO, Mikel**

**ES 2 603 954 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Aparato de apoyo con rigidez controlada

5 **Sector de la técnica**

La invención se refiere al campo de los aparatos de apoyo.

10 La invención se refiere de manera más particular a un aparato de apoyo que comprende al menos dos piezas de transmisión de fuerza en contacto mutuo para transmitir unas fuerzas dirigidas sustancialmente en una dirección predefinida.

**Estado de la técnica**

15 En particular se conocen bien, por los documentos de patente a los que se hace referencia FR 1 398 214 A y GB 1 042 397 A, unos aparatos de apoyo de este tipo para equipar diversos tipos de obras de ingeniería o asegurar el descenso de carga por debajo de los equipos. Encuentran, en particular, una aplicación como aparato de apoyo estructural, cuando se requiere una función puramente estática de descenso de carga, y como aislante, cuando se requiere una función sísmica de filtración y/o de amortiguación.

20 En el ejemplo de la figura 1, la pieza 1 presenta dos superficies convexas 1a, 1b opuestas entre sí, estando la concavidad 20a de una primera placa de apoyo 2a colocada enfrentada a la primera superficie convexa 1a y estando la concavidad 20b de una segunda placa de apoyo 2b colocada enfrentada a la segunda superficie convexa 1b.

25 De forma habitual, un material de deslizamiento 3 se interpone en una capa entre la pieza 1 de superficies convexas y la concavidad 20a, 20b de la placa de apoyo 2a, 2b para acomodar ahí sus desplazamientos relativos por traslación y/o rotación. El material de deslizamiento define, por sus propiedades tribológicas, el coeficiente de rozamiento característico del aparato de apoyo 100. Las propiedades tribológicas del material de deslizamiento 3 están, por lo tanto, adaptadas a la aplicación considerada del aparato de apoyo. Para un aparato de apoyo estructural, el material de deslizamiento 3 presenta de manera preferente un bajo coeficiente de rozamiento con el fin de permitir los movimientos de la estructura soportada transmitiendo la menor fuerza posible a la estructura portante. Por el contrario, para un aislante, el material de deslizamiento 3 presenta, de manera preferente, un coeficiente de rozamiento más alto con el fin de disipar el máximo de fuerza y limitar de este modo el desplazamiento de la estructura soportada con respecto a la estructura portante.

35 Las placas de apoyo 2a, 2b tienen dos funciones principales.

40 La primera función es permitir la transferencia de las fuerzas aplicadas por la pieza 1 de superficies convexas, que se desliza dentro de la concavidad 20a, 20b de la placa de apoyo 2a, 2b, hacia las estructuras circundantes distribuyéndolas tan uniformemente como sea posible. En este sentido, las placas de apoyo 2a, 2b están dimensionadas por la tensión admisible por las estructuras circundantes, dependiendo esta tensión admisible de los materiales constitutivos de estas estructuras y de la calidad de su contacto con las placas de apoyo 2a, 2b. Muy a menudo, se realiza una sujeción por retorno o inyección de mortero entre la placa de apoyo 2a y su soporte con el fin de que el contacto entre la placa de apoyo 2a y su soporte sea de una calidad satisfactoria. Una sujeción equivalente se puede realizar entre la estructura (puente, inmueble) soportada y la placa de apoyo 2b.

45 La segunda función de las placas de apoyo 2a, 2b consiste en asegurar la correcta distribución de los contactos con la pieza 1 de superficies convexas y la correcta distribución de las fuerzas asociadas a estos contactos con el fin de controlar el coeficiente de rozamiento. Las fuerzas de contacto están íntimamente ligadas a dos parámetros, esto es (i) la geometría de la superficie convexa 1a, 1b situada enfrentada a la concavidad 20a, 20b de la placa de apoyo 2a, 2b e (ii) las propiedades mecánicas del material de deslizamiento 3.

50 La influencia de la geometría de la superficie convexa 1a, 1b sobre las fuerzas de contacto está ligada a la diferencia entre el radio de curvatura de la superficie convexa 1a, 1b y el radio de curvatura de la concavidad 20a, 20b situada enfrente. Hay que señalar que esta diferencia depende de las tolerancias de mecanizado y de las propiedades mecánicas del material de deslizamiento 3.

55 La influencia de las propiedades mecánicas del material de deslizamiento 3 sobre las fuerzas de contacto está ligada (i) al coeficiente de rozamiento del material de deslizamiento 3, que depende en particular de la presión de contacto y de la temperatura, e (ii) a la rigidez en compresión del material de deslizamiento 3, que depende de su módulo de elasticidad.

60 En particular, con el fin de cumplir con sus dos principales funciones, las placas de apoyo son por lo general macizas y, por consiguiente, muy rígidas; se realizan, por ejemplo, de acero eventualmente inoxidable. Por tanto, su diseño debe ser compatible con las tolerancias de mecanizado que dependen del tamaño de los elementos del aparato de apoyo 100.

Las placas de apoyo 2a, 2b están, por lo tanto, dimensionadas al menos con respecto a la tensión admisible por las estructuras circundantes y a las fuerzas de contacto generadas por la pieza 1 de superficies convexas.

- 5 Las fuerzas de contacto se concentran a la altura de la zona de contacto entre la superficie convexa 1a, 1b y la concavidad correspondiente 20a, 20b. Esta zona es aun más estrecha cuando aumenta la diferencia de radio de curvatura entre la superficie convexa y la concavidad correspondiente.

10 Con el fin de permitir unos dimensionamientos satisfactorios del aparato de apoyo, numerosos trabajos de investigación han consistido en elaborar y probar nuevos materiales, y en particular nuevos materiales de deslizamiento. Estos materiales y las condiciones de pruebas con las cuales deben cumplir son hoy en día el objeto de normas, como las normas europeas EN 1337-7 y EN 15129 para los aparatos de apoyo estructurales y los aislantes, respectivamente. Estas normas dan de manera más particular unos métodos de dimensionamiento para algunos materiales de deslizamiento, como CM1, CM2 y PTFE en la norma europea EN 1337-2. El principio  
15 propuesto por estas normas es limitar el radio de curvatura de la superficie convexa 1a, 1b, utilizando solo algunos materiales conocidos. Unas fórmulas expresadas en tablas imponen el valor de la superficie de contacto y de la presión máxima admisible para cada material.

### 20 **Objeto de la invención**

En este contexto, la presente invención pretende en particular ofrecer unos aparatos de apoyo satisfactorios en términos de suavización de tensión y de dimensionamiento.

25 Se propone un aparato de apoyo que comprende al menos dos piezas de transmisión de fuerza en contacto mutuo para transmitir unas fuerzas dirigidas sustancialmente en una dirección predefinida. Una de las dos piezas tiene una superficie convexa y la otra de las dos piezas tiene una superficie cóncava de mayor radio de curvatura que dicha superficie convexa. Una de las superficies convexa y cóncava está recubierta con un material de deslizamiento. La superficie convexa está en contacto con la superficie cóncava en una zona de contacto. Una al menos de las dos  
30 piezas de transmisión de fuerza comprende un bloque de material homogéneo que presenta al menos una escotadura en una parte sustancialmente alineada con la zona de contacto a lo largo de dicha dirección.

En este diseño del aparato de apoyo, un dimensionamiento y un posicionamiento apropiados de la o las escotaduras en una pieza de transmisión de fuerza permite controlar la rigidez de esta pieza para suavizar mejor las tensiones. De este modo, se pueden relajar las exigencias de dimensionamiento del conjunto del aparato de apoyo y de la  
35 estructura circundante. El dimensionamiento y el posicionamiento de la o las escotaduras se pueden determinar mediante el cálculo en función de los parámetros mecánicos particulares de cada construcción equipada con un aparato de apoyo de acuerdo con la invención.

40 De acuerdo con una particularidad, la escotadura tiene una forma y unas dimensiones seleccionadas en función de la rigidez, de la forma y de las dimensiones del bloque de material homogéneo.

Por tanto, la exactitud del control de la rigidez de la pieza solo tiene como límites los ligados a la precisión de las técnicas de vaciado de esta pieza.

45 De acuerdo con otra particularidad, la forma y las dimensiones de la escotadura se seleccionan, además, en función de la rigidez del material de deslizamiento y de la forma y de las dimensiones del recubrimiento de material de deslizamiento.

50 De acuerdo con otra particularidad, el bloque de material homogéneo de la pieza de transmisión de fuerza presenta una escotadura centrada con respecto a un eje central de la superficie convexa o de la superficie cóncava de la pieza de transmisión de fuerza.

55 De acuerdo con otra particularidad, el bloque de material homogéneo de la pieza de transmisión de fuerza presenta varias escotaduras repartidas de forma simétrica con respecto a un eje central de la superficie convexa o de la superficie cóncava de la pieza de transmisión de fuerza.

60 De acuerdo con otra particularidad, el bloque de material homogéneo de la pieza de transmisión de fuerza presenta al menos una escotadura en una cara de la pieza de transmisión de fuerza opuesta a dicha superficie convexa o dicha superficie cóncava.

65 De acuerdo con otra particularidad, la pieza de transmisión de fuerza comprende dos partes ensambladas entre sí por una superficie de ensamblado para formar el bloque de material homogéneo y la escotadura se forma a la altura de la superficie de ensamblado.

De acuerdo con otra particularidad, al menos una escotadura se rellena con un material de relleno que tiene una rigidez inferior a la rigidez del material homogéneo del bloque. El material de relleno se puede seleccionar entre el

aluminio, el bronce y el hormigón con fibras de muy alto rendimiento, sin que esto sea limitativo.

Por tanto, la variación de rigidez local de la pieza de transmisión de fuerza puede depender también de la elección del material de relleno, para un mejor control de esta variación y un rango de variación más amplio.

Se considera, además, que el material de relleno rellena la escotadura de modo que queda al ras de la cara de la pieza de transmisión de fuerza que comprende dicha escotadura. El material de relleno puede devolver, al bloque de material homogéneo vaciado, su forma antes de la escotadura. Una pequeña variación dimensional, por ejemplo de algunas decenas de milímetros, también es posible.

Esta particularidad presenta la ventaja, aun más apreciable cuando la escotadura atraviesa la pieza de transmisión de fuerza de lado a lado, de evitar la presencia, a la altura de la boca de la escotadura, de aristas salientes que raspen el recubrimiento de material de deslizamiento.

### Descripción de las figuras

Se mostrarán otras características y ventajas de la invención de manera más clara en la descripción que se hace a continuación, a título indicativo y en modo alguno limitativo, en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 representa una vista en perspectiva de una sección de un aparato de apoyo de acuerdo con la técnica anterior;
- las figuras 2a, 2b y 2c representan, cada una, una vista en sección de una forma de realización del aparato de apoyo de acuerdo con la invención; y
- las figuras 3a y 3b representan, cada una, la mitad de una vista en sección de una forma de realización del aparato de apoyo de acuerdo con la invención;
- la figura 4 representa una vista en sección de una forma de realización del aparato de apoyo de acuerdo con la invención en el que la escotadura se ha rellenado con un material;
- la figura 5 representa una vista en perspectiva de una pieza convexa que comprende una pluralidad de escotaduras de acuerdo con una forma de realización del aparato de apoyo de la invención; y
- la figura 6 representa una vista en perspectiva de una mitad del aparato de apoyo de acuerdo con una forma de realización de la invención.

### Descripción detallada de la invención

En la siguiente descripción, cada pieza del aparato se puede describir como colocada "sobre" o "bajo" otra pieza del aparato, lo que significa que esta pieza también se puede colocar "directamente" o "indirectamente" (mediante la interposición de un elemento adicional) sobre o bajo dicha otra pieza del aparato. Además, los términos 'inferior' y 'superior', 'bajo' y 'sobre', 'debajo' y 'encima' utilizados a continuación se consideran que indican respectivamente el lado del soporte del aparato de apoyo y el lado de la estructura (puente, inmueble) que el aparato de apoyo debe soportar.

En la descripción que viene a continuación, el aparato de apoyo de acuerdo con la invención se ilustra en el caso particular de un apoyo de tipo esférico. Hay que entender que solo se trata de una simple ilustración, y que las características de la invención se pueden aplicar a cualquier tipo de apoyo estructural. Los aparatos de apoyo pendular en particular son otra familia que se puede beneficiar de las indicaciones de la invención, por ejemplo los apoyos de péndulos deslizantes (FPS, "Friction Pendulum Sliding").

Como se ilustra en la figura 6, el aparato de apoyo 100 de acuerdo con la invención comprende varias piezas de transmisión de fuerza 1, 2a, 2b en contacto mutuo para transmitir unas fuerzas. Estas fuerzas se dirigen en una dirección predefinida D; al menos, estas fuerzas se dirigen sustancialmente en dicha dirección. Una de las dos piezas tiene una superficie convexa 1a, 1b, y la otra de las dos piezas tiene una superficie cóncava 20a, 20b con un mayor radio de curvatura que dicha superficie convexa 1a, 1b. La superficie convexa 1a, 1b está en contacto con la superficie cóncava 20a, 20b en una zona de contacto por la cual se transmiten las fuerzas.

La dirección D se puede definir de diferentes maneras que conducen sustancialmente al mismo resultado, esto es la definición, en su longitud, de una misma parte alineada con la zona de contacto. La dirección D se define, por ejemplo, como ortogonal a un plano que comprende sustancialmente una zona de contacto entre dos piezas y que está centrada con respecto a esta zona. La dirección D se puede definir también como que corresponde a un eje central de una de las piezas de transmisión de fuerza 1, 2a, 2b o como que corresponde de manera más particular a un eje central de la superficie convexa 1a, 1b o de la superficie cóncava 20a, 20b de una de las piezas de transmisión de fuerza 1, 2a, 2b. La dirección D también se puede definir como una recta media en un conjunto cualquiera de rectas que tiene las anteriores direcciones definidas.

En los ejemplos ilustrados en las figuras 1 y 6, la dirección D se define como una recta media en los tres ejes centrales 11, 21a y 21b de las tres piezas de transmisión de fuerza 1, 2a, 2b. En los ejemplos ilustrados en las figuras 2a, 2b, 2c y 4, se define estrictamente la misma dirección D ya sea de acuerdo con una o con otra de las

definiciones dadas con anterioridad.

5 Por otra parte, una de dichas superficies convexa y cóncava está recubierta con un material de deslizamiento 3. Este último se interpone en un recubrimiento o de forma equivalente en una capa entre dos piezas de transmisión de fuerza 1, 2a, 2b al menos en su zona de contacto, para acomodar ahí los desplazamientos relativos por traslación y/o rotación de estas piezas.

10 En su acepción más amplia, el aparato de apoyo es tal que una al menos de las dos piezas de transmisión de fuerza 1, 2a, 2b comprende un bloque de material homogéneo que presenta al menos una escotadura 4, 4a, 4b, 4c, 4d en una parte alineada con la zona de contacto a lo largo de dicha dirección D, o al menos en una parte sustancialmente alineada con la zona de contacto a lo largo de dicha dirección D.

15 La extensión de dicha parte alrededor de la dirección D depende de la extensión de la zona de contacto que depende a su vez de la diferencia de radio de curvatura entre la superficie convexa 1a, 1b y la superficie cóncava 20a, 20b. Esta extensión se puede determinar mediante cálculo en función de los parámetros mecánicos particulares de cara construcción equipada con un aparato de apoyo de acuerdo con la invención.

20 En los ejemplos que se describen a continuación en referencia a las figuras, las piezas de transmisión de fuerza 1, 2a, 2b comprenden una pieza convexa 1 y al menos una placa de apoyo 2a que comprende una concavidad 20a. La pieza convexa 1 está colocada dentro y sobre la concavidad 20a. La pieza convexa 1 comprende de manera más particular una primera superficie convexa 1a que está situada enfrentada a la concavidad 20a de la placa de apoyo 2a.

25 Estos ejemplos no son limitativos habida cuenta del alcance de las reivindicaciones adjuntas, al menos en el sentido de que la placa de apoyo puede comprender una superficie convexa y la pieza situada sobre esta placa de apoyo puede comprender una concavidad situada enfrentada a la superficie convexa de la placa de apoyo.

30 En los ejemplos ilustrados en las figuras 2a, 2b, 2c, 3a, 3b y 4, la pieza convexa 1 comprende, además, en el lado opuesto a su primera superficie convexa 1a, una cara superior plana. En los ejemplos ilustrados en las figuras 5 y 6, la pieza convexa 1 comprende, además, en el lado opuesto a su primera superficie convexa 1a, una segunda superficie convexa 1b.

35 En el primer caso, la pieza convexa 1 puede tener sustancialmente la forma de un casquete esférico. En el segundo caso, y como se ilustra en la figura 5, la pieza convexa 1 puede comprender dos partes que tienen sustancialmente la forma de casquetes esféricos o caparazones 10a, 10b. Estas partes se ensamblan entre sí mediante una superficie de ensamblado 12a, 12b respectiva de cada caparazón 10a, 10b. Se consideran unas variaciones de forma de la pieza convexa 1; por ejemplo, la pieza convexa 1 puede ser ovalada o de sección alargada.

40 Como se ilustra en la figura 6, el aparato de apoyo 100 puede, además, comprender una segunda placa de apoyo 2b colocada sobre la pieza convexa 1. En el caso de que la pieza convexa 1 conste de una superficie convexa 1b superior, la segunda placa de apoyo 2b comprende una segunda concavidad 20b. La segunda placa de apoyo 2b se coloca entonces sobre la pieza convexa 1 de modo que la superficie convexa 1b esté situada enfrentada a la concavidad 20b.

45 La placa de apoyo 2a, 2b comprende un bloque de material homogéneo, pudiendo este bloque tener la forma de un paralelepípedo sustancialmente plano o de un disco. Como se ilustra en las figuras 2a, 2b y 2c, llegado el caso se excava una cara 23a, 23b para formar la concavidad 20a, 20b. Otra cara 22a, 22b opuesta a la cara 23a, 23b es de manera preferente sustancialmente plana.

50 De acuerdo con una forma preferente de realización, ilustrada en las figuras 2a, 2b, 2c, 4 y 6, la escotadura 4 se forma al menos:

- en la placa de apoyo 2a de forma centrada con respecto a un eje central 21a de la concavidad 20a y
- 55 - en la cara 22a de la placa 2a opuesta a la concavidad 20a.

60 La escotadura 4, 4a, 4b, 4c, 4d permite disminuir, eventualmente de forma muy localizada, la rigidez de la placa de apoyo. Por tanto, dicha placa se puede deformar de manera más simple cuando el aparato de apoyo 100 está cargado. La zona de contacto entre la pieza convexa 1 y la concavidad 20a, 20b de la placa de apoyo 2a, 2b se ve aumentada y las fuerzas en carga están mejor distribuidas en el aparato de apoyo 100.

65 La variación global de rigidez obtenida por medio de la escotadura 4, 4a, 4b, 4c, 4d depende de la forma y de las dimensiones de esta escotadura, pero también de la rigidez, de la forma y de las dimensiones del bloque de material homogéneo constitutivo de la pieza vaciada y eventualmente de la rigidez, de la forma y de las dimensiones de los bloques de material homogéneo constitutivos de las demás piezas del aparato de apoyo 100.

Por otra parte, la forma y las dimensiones de la escotadura 4 se pueden seleccionar en función de la rigidez del material de deslizamiento 3 y de la forma y de las dimensiones de la capa de material de deslizamiento 3.

La forma de la escotadura 4, 4a, 4b, 4c, 4d no está limitada de manera particular. Sin embargo, se prefieren las formas que poseen una simetría axial en la medida en que el eje de simetría de estas formas coincide con el eje central 11, 21a, 21b de la pieza vaciada. Por tanto, la escotadura puede, por ejemplo, adoptar (i) la forma de un agujero cilíndrico como se ilustra en las figuras 2a, 2b y 2c, (ii) la forma de un laminado como se ilustra en las figuras 3a y 3b, al igual que (iii) la forma de un agujero practicado de modo que solo se vacía el volumen de un cilindro vacío o de un anillo.

De acuerdo con otra preferencia, la escotadura 4, 4a, 4b, 4c, 4d no comprende ninguna arista saliente en sus paredes y en su fondo con el fin de evitar la presencia de zonas de rotura preferente de la pieza vaciada. Por ejemplo, se prefiere una escotadura que tiene las formas mencionadas con anterioridad a título de ejemplos a una escotadura cúbica. Igualmente cada escotadura comprende de manera preferente un redondeo entre la superficie del fondo de la escotadura y sus paredes. Como se ilustra en las figuras 3a y 3b, el redondeo puede ser con una variación de curvatura constante o con un radio constante.

Las dimensiones de la escotadura 4, 4a, 4b, 4c, 4d están limitadas por las de la pieza vaciada. Como se ilustra en las figuras 2a, 2b y 2c, la forma de la escotadura 4 puede ser cilíndrica y las dimensiones de esta forma cilíndrica pueden variar. En este caso, la escotadura 4 representada en la figura 2a no tiene el mismo diámetro que la escotadura 4 representada en la figura 2b, y la escotadura 4 representada en la figura 2c no tiene la misma profundidad que las escotaduras 4 representadas en las figuras 2a y 2b.

Hay que señalar que al poder variar de forma continua la forma y las dimensiones de la escotadura 4, 4a, 4b, 4c, 4d, se puede obtener una variación continua de la rigidez de la pieza vaciada para un control exacto de esta variación.

La invención no está limitada a una única escotadura 4 en el bloque de material homogéneo de una pieza del aparato de apoyo 100. En efecto, y como se ilustra en la figura 5, también se puede practicar una pluralidad de escotaduras 4a, 4b, 4c, 4d en al menos una pieza del aparato de apoyo 100, en este caso en la pieza convexa 1. Las escotaduras de esta pluralidad son entonces de manera preferente idénticas entre sí, por su forma y sus dimensiones, y se reparten de forma simétrica con respecto a un eje central de la concavidad o convexidad de la pieza considerada, en este caso con respecto al eje 11.

En el ejemplo ilustrado en la figura 5, cada escotadura 4a, 4b, 4c, 4d está formada a la altura de la superficie de ensamblado 12b del caparazón 10b de la pieza convexa 1. De la misma forma, se pueden formar otras escotaduras a la altura de la superficie de ensamblaje 12a del caparazón 10a de la pieza convexa 1. Estas otras escotaduras pueden ser idénticas o no y estar situadas o no enfrentadas a las escotaduras 4a, 4b, 4c, 4d representadas. Hay que señalar que el hecho de practicar las escotaduras en una, la otra o las dos superficies de ensamblado 12a y 12b de la pieza convexa 1 induce que estas escotaduras, a poco que sean pasantes, no modifique las superficies convexas 1a y 1b de la pieza convexa 1. De este modo, se evita la presencia, en estas superficies, de aristas salientes que pueden raspar el recubrimiento de material de deslizamiento durante los desplazamientos relativos de la pieza convexa 1 y de la placa de apoyo 2a, 2b.

De acuerdo con otra particularidad, y como se ilustra en las figuras 2a, 2b y 5, al menos una escotadura 4 se rellena con un material de relleno 5. En el caso de que se practique una pluralidad de escotaduras 4a, 4b, 4c, 4d en una u otra de las piezas, se prefiere, en aras de conservar una simetría, que se utilice un mismo material de relleno para rellenar todas las escotaduras de la pluralidad.

El material de relleno 5 puede tener una rigidez inferior a la rigidez del material homogéneo del bloque. El material de relleno 5 puede, de manera más particular, seleccionarse entre el aluminio, eventualmente puro, el bronce y el hormigón con fibras de alto rendimiento, eventualmente vaporizado de modo que se limite el encogimiento endógeno.

Con el fin de evitar la presencia de aristas salientes que pueden raspar el recubrimiento de material de deslizamiento durante los desplazamientos relativos de las piezas entre sí, el material de relleno 5 rellena las escotaduras que desembocan a la altura de dichas superficies en contacto al menos hasta quedar al ras de la cara de la pieza vaciada. El estado de superficie aparente del material de relleno puede de manera más particular rectificarse, si es necesario mediante mecanizado, y hacerlo de manera más particular de modo que devuelva, al bloque de material homogéneo vaciado, su forma y sus dimensiones antes de la escotadura.

Cada escotadura puede, además, ser pasante. Entonces se rellena de forma preferente de modo que se evite la presencia de aristas salientes que pueden raspar el recubrimiento de material de deslizamiento durante los desplazamientos relativos de la pieza convexa 1 y de la placa de apoyo 2a, 2b. Dentro de este límite, el rellenado de la escotadura con el material de relleno 5 puede por tanto no ser total.

Hay que señalar que la elección del material de relleno y el rellenado parcial o total de la escotadura permite obtener

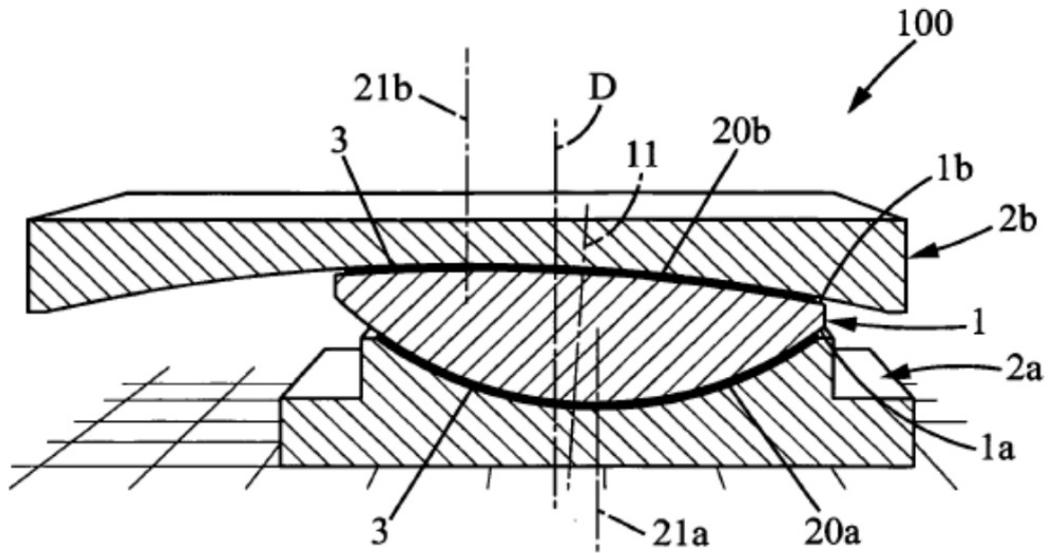
una variación continua de la rigidez de la pieza vaciada en una gama de valores más amplia de lo que permiten las características solas de forma y de dimensiones de esta escotadura.

5 El aparato de apoyo 100 de acuerdo con la invención permite de manera ventajosa controlar de forma exacta la rigidez de cada pieza de transmisión de fuerza 1, 2a, 2b, para limitar, e incluso evitar, la presencia en carga de una zona de concentración de fuerzas en las piezas. De este modo la carga se reparte mejor en el aparato de apoyo 100 y se relajan las limitaciones de dimensionamiento del aparato de apoyo.

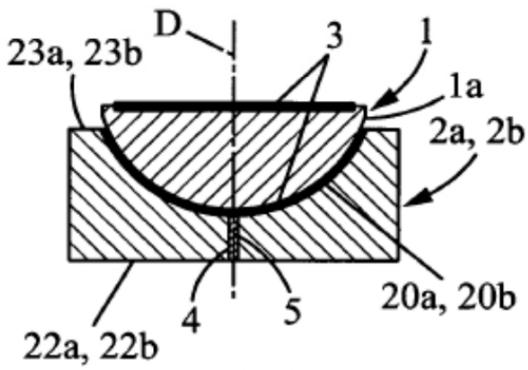
10 La solución propuesta ofrece una alternativa a la que, desde hace numerosos años, consiste en desarrollar nuevos materiales, con el fin de ofrecer unos aparatos de apoyo satisfactorios en términos de suavización de tensión y en términos de dimensionamiento. Además, estas soluciones son de manera ventajosa complementarias entre sí.

**REIVINDICACIONES**

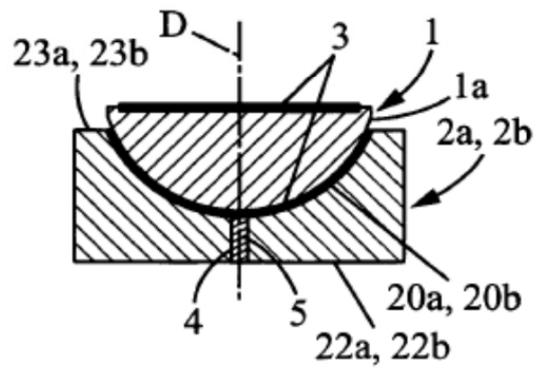
- 5 1. Aparato de apoyo (100), que comprende al menos dos piezas de transmisión de fuerza (1, 2a, 2b) en contacto mutuo para transmitir unas fuerzas dirigidas sustancialmente en una dirección predefinida (D), teniendo una de las dos piezas una superficie convexa (1a, 1b) y teniendo la otra de las dos piezas una superficie cóncava (20a, 20b) con un mayor radio de curvatura que dicha superficie convexa, estando una de dichas superficies convexa y cóncava recubierta con un material de deslizamiento (3), estando la superficie convexa (1a, 1b) en contacto con la superficie cóncava (20a, 20b) en una zona de contacto, en el que una al menos de las dos piezas de transmisión de fuerza (1, 2a, 2b) comprende un bloque de material homogéneo que presenta al menos una escotadura (4, 4a, 4b, 4c, 4d) en una parte sustancialmente alineada con la zona de contacto a lo largo de dicha dirección (D).
- 10 2. Aparato de apoyo (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la escotadura (4, 4a, 4b, 4c, 4d) tiene una forma y unas dimensiones seleccionadas en función de la rigidez, de la forma y de las dimensiones del bloque de material homogéneo.
- 15 3. Aparato de apoyo (100) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la forma y las dimensiones de la escotadura (4, 4a, 4b, 4c, 4d) se seleccionan, además, en función de la rigidez del material de deslizamiento (3) y de la forma y de las dimensiones del recubrimiento de material de deslizamiento (3).
- 20 4. Aparato de apoyo (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el bloque de material homogéneo de la pieza de transmisión de fuerza (1, 2a, 2b) presenta una escotadura (4) centrada con respecto a un eje central (11, 21a, 21b) de la superficie convexa (1a, 1b) o de la superficie cóncava (20a, 20b) de la pieza de transmisión de fuerza (1, 2a, 2b).
- 25 5. Aparato de apoyo (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el bloque de material homogéneo de la pieza de transmisión de fuerza (1, 2a, 2b) presenta varias escotaduras (4a, 4b, 4c, 4d) repartidas de forma simétrica con respecto a un eje central (11, 21a, 21b) de la superficie convexa (1a, 1b) o de la superficie cóncava (20a, 20b) de la pieza de transmisión de fuerza (1, 2a, 2b).
- 30 6. Aparato de apoyo (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el bloque de material homogéneo de la pieza de transmisión de fuerza (1, 2a, 2b) presenta al menos una escotadura (4, 4a, 4b, 4c, 4d) en una cara (22a, 22b) de la pieza de transmisión de fuerza (2a, 2b) opuesta a dicha superficie convexa (1a, 1b) o dicha superficie cóncava (20a, 20b).
- 35 7. Aparato de apoyo (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la pieza de transmisión de fuerza (1) comprende dos partes (10a, 10b) ensambladas entre sí siguiendo una superficie de ensamblado (12a, 12b) para formar el bloque de material homogéneo, y en el que la escotadura (4, 4a, 4b, 4c, 4d) se forma a la altura de la superficie de ensamblado (12a, 12b).
- 40 8. Aparato de apoyo (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos una escotadura (4, 4a, 4b, 4c, 4d) se rellena con un material de relleno (5) que tiene una rigidez inferior a la rigidez del material homogéneo del bloque.
- 45 9. Aparato de apoyo (100) de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el material de relleno (5) se selecciona entre el aluminio, el bronce y el hormigón con fibras de muy alto rendimiento.
10. Aparato de apoyo (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 y 9, en el que la escotadura (4, 4a, 4b, 4c, 4d) atraviesa el bloque de material homogéneo de la pieza de transmisión de fuerza (1, 2a, 2b) de lado a lado.



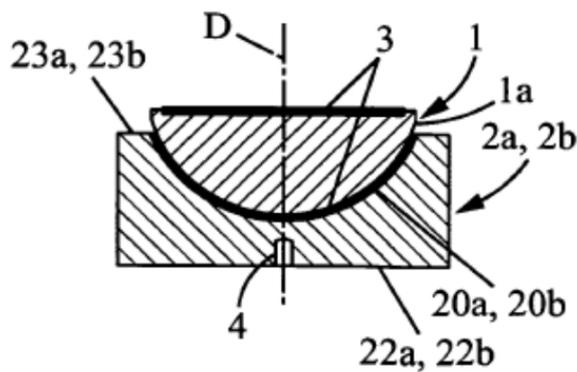
**FIG. 1 (TÉCNICA ANTERIOR)**



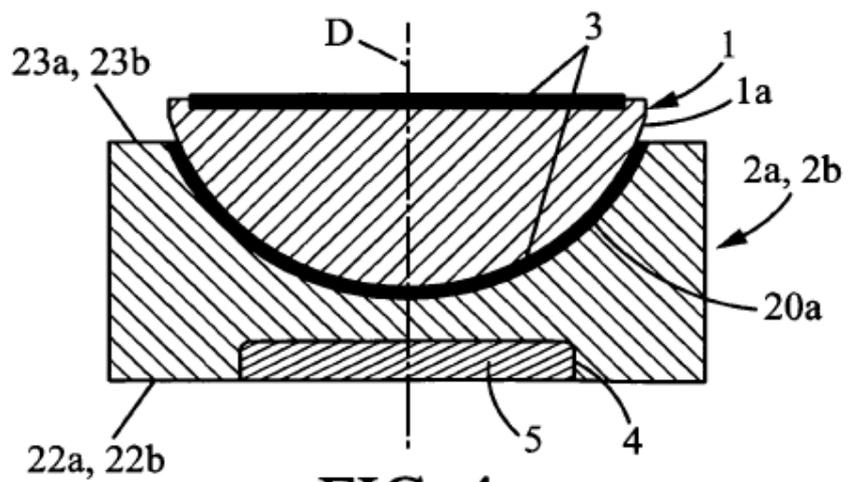
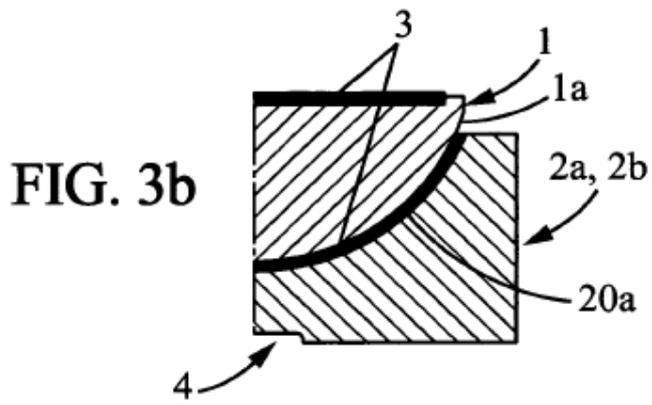
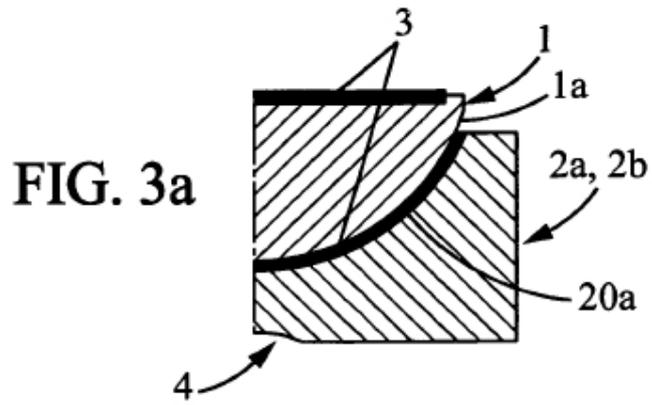
**FIG. 2a**



**FIG. 2b**



**FIG. 2c**



**FIG. 4**

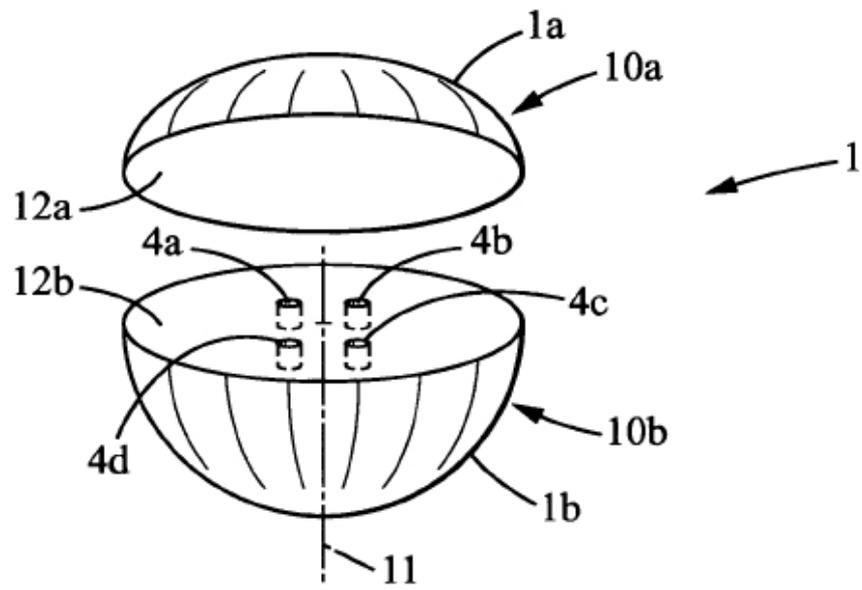


FIG. 5

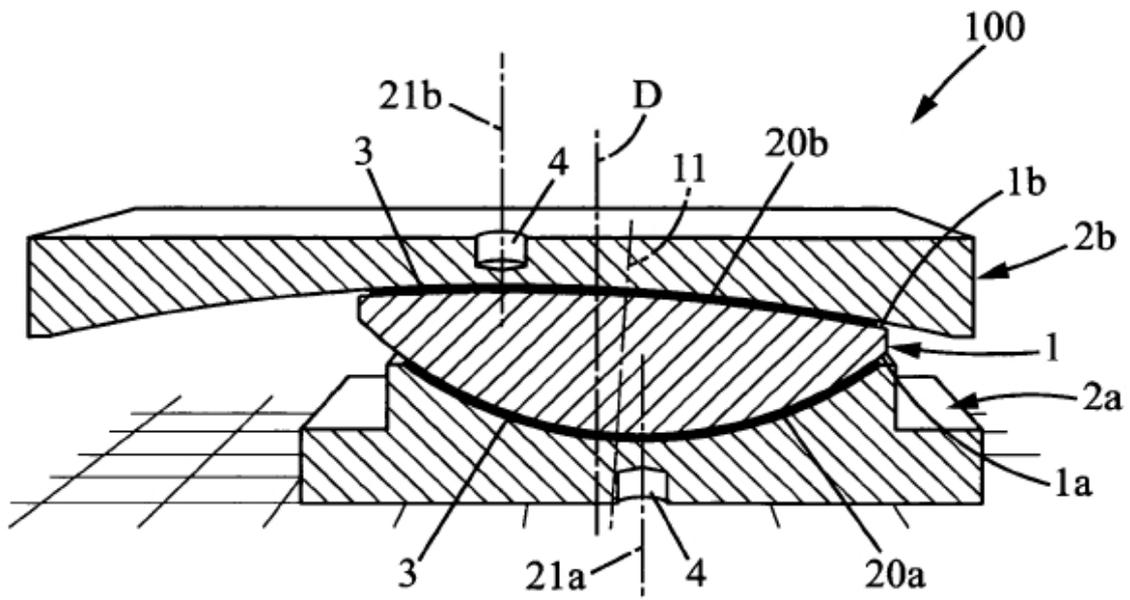


FIG. 6