

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 746 166**

21 Número de solicitud: 201830742

51 Int. Cl.:

**G01N 3/04** (2006.01)

**G01N 3/08** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**20.07.2018**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**04.03.2020**

56 Se remite a la solicitud internacional:

**PCT/ES2019/070473**

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE CASTILLA LA MANCHA  
(100.0%)**

**Plaza de la Universidad 2  
02071 ALBACETE ES**

72 Inventor/es:

**SERNA MORENO, María Del Carmen y  
HORTA MUÑOZ, Sergio**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

54 Título: **DISPOSITIVO PARA EVITAR PANDEO EN ENSAYOS BIAxiaLES DE PROBETAS CRUCIFORMES**

57 Resumen:

Dispositivo para realizar ensayos biaxiales sobre una probeta cruciforme (3), donde la probeta cruciforme (3) comprende unos brazos y una zona central, tal que el dispositivo comprende una primera placa (1) y una segunda placa (2), configuradas para unirse entre sí, cuatro platos (9) configurados para proporcionar compresión a los brazos de la probeta cruciforme (3), y puede comprender un soporte (10) en forma de L, configurado para unir las placas (1, 2) al propio soporte (10) con la probeta cruciforme (3) entre ellas, donde las placas (1, 2) tienen forma de cruz y comprenden una cara de apoyo de la probeta (4), tal que las caras de apoyo de la probeta (4) comprenden una pluralidad de filetes con punta roma (5) o una superficie moleteada con picos achaflanados (6).

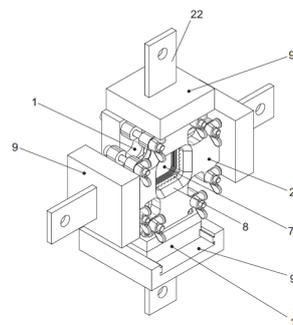


Fig. 1

ES 2 746 166 A1

**DESCRIPCIÓN**

**DISPOSITIVO PARA EVITAR PANDEO EN ENSAYOS  
BIAXIALES DE PROBETAS CRUCIFORMES**

5

**Campo de la invención**

Esta invención se refiere a un dispositivo para evitar pandeo en ensayos biaxiales de probetas cruciformes, y se encuentra dentro del campo de los dispositivos para el análisis de la respuesta mecánica de materiales sólidos sometidos a cargas simultáneas en dos direcciones perpendiculares (biaxiales), más concretamente a los dispositivos antipandeo con probetas cruciformes.

**Antecedentes de la invención**

Tradicionalmente los ensayos uniaxiales se utilizan para obtener las propiedades mecánicas de los materiales debido a su relativa sencillez de ejecución. No sólo los ensayos de tracción sino también los de compresión son de interés en materiales en los que tanto la rigidez como la resistencia sean diferentes dependiendo del signo de la carga. En el caso de los ensayos uniaxiales de compresión, la caracterización a nivel de laboratorio de la respuesta del material requiere de accesorios para evitar o reducir la inestabilidad de la probeta debida al pandeo. Numerosos han sido los dispositivos para compresión uniaxial pensados para distintas aplicaciones y finalidades, mostrándose algunos ejemplos de referencia en los documentos de patente US2500068, US3559473, US3795134, US4393716, US5280730, US5297441, US5528942, WO2013117779 o en la normativa ISO 14126. No obstante, los ensayos uniaxiales pueden no ser suficientes para describir completamente lo que ocurre en estructuras reales, en las que mayoritariamente aparecen cargas aplicadas en cualquier dirección del espacio simultáneamente. En particular, los ensayos biaxiales se ocupan de estudiar la respuesta mecánica del material ante cargas simultáneas en dos direcciones perpendiculares. Este tipo de ensayos no estandarizados se considera crucial para el diseño de materiales compuestos que presenten una fuerte ortotropía (que posean propiedades muy distintas en dos direcciones perpendiculares). En consecuencia, son cada día más utilizados en sectores como el aeronáutico, automovilístico, eólico, ferroviario o deportivo, donde los materiales compuestos son de gran interés gracias a su alta relación rigidez/peso y resistencia/peso.

35

Varias han sido las metodologías propuestas y los equipos de ensayo diseñados específicamente para la generación de estados biaxiales de carga, como se pone de manifiesto en los documentos US4192194, US5279166, US5448918, US6487902, US7204160, Welsh & Adams (“Development of an electromechanical triaxial test facility  
5 for composite materials”, *Experimental Mechanics* 2000;40(3):312-320) o Bhatnagar et al. (“Development of a biaxial tensile test fixture for reinforced thermoplastic composites”, *Polymer Testing* 2007;26(2):154-161). En concreto, cuando se busca estudiar la respuesta del material ante cargas biaxiales contenidas en un mismo plano, la configuración preferida para la probeta de ensayo es una probeta plana con forma de  
10 cruz donde la zona de intersección de los brazos es la que se encuentra sometida a cargas perpendiculares. Generalmente se rebaja el espesor del centro de la probeta para favorecer el fallo en la región cargada biaxialmente y no en los brazos cargados uniaxialmente. Algunas de las geometrías cruciformes propuestas se describen en US5144844, Yu et al. (“Design of a cruciform biaxial tensile specimen for limit strain  
15 analysis by FEM”, *Journal of Materials Processing Technology* 2002;123(1):67-70), Smits et al. (“Design of a cruciform specimen for biaxial testing of fibre reinforced composite laminates”, *Composites Science and Technology* 2006;66(7-8):964-975), Gower & Shaw (“Towards a planar cruciform specimen for biaxial characterisation of polymer matrix composites”, *Applied Mechanics and Materials* 2010;24–25:115-120) o  
20 Makris et al. (“Shape optimisation of a biaxially loaded cruciform specimen”, *Polymer Testing* 2010;29(2):216-223). La principal diferencia entre las probetas existentes radica en la forma y dimensiones de la cruz, así como en la configuración del cajeadado de la zona de intersección de los brazos donde son de relevancia parámetros como su profundidad o el tipo de transición entre el espesor del brazo y el espesor central (ya  
25 sea en forma de rampa o escalonada).

La mayor parte del trabajo experimental documentado relativo a la realización de ensayos biaxiales con probetas cruciformes se centra en la obtención de propiedades mecánicas ante cargas de tracción en ambos brazos de la probeta (tracción-tracción),  
30 escapando de forma generalizada de los ensayos biaxiales en los que haya al menos una dirección sometida a compresión por los problemas de inestabilidad en los brazos de la probeta. Debido al riesgo de pandeo sobre los brazos comprimidos, sería deseable desarrollar una metodología apropiada que permita realizar ensayos tracción-  
compresión (una dirección sometida a tracción y la dirección perpendicular sometida a  
35 compresión) y compresión-compresión (ambos brazos comprimidos) asegurando

resultados fiables y modos de fallo adecuados con roturas en la zona sometida a cargas biaxiales. Desafortunadamente los útiles antipandeo existentes, anteriormente mencionados, han sido concebidos únicamente para realizar ensayos uniaxiales. No se conoce en el estado de la técnica ningún dispositivo que permita realizar de forma fiable  
5 ensayos biaxiales con probetas cruciformes sometidas a cargas de compresión, evitando o reduciendo la inestabilidad de la probeta debida al pandeo.

Asimismo, el utillaje debería permitir instrumentar la probeta en la zona cargada biaxialmente para adquirir deformaciones con sensores como galgas extensométricas o  
10 fibra óptica, e incluso tener acceso visual al área de interés para un mejor control y monitorización de la evolución del ensayo, dejando así abierta la posibilidad de utilizar técnicas de medición de deformaciones y desplazamientos por videoextensometría o Correlación Digital de Imagen (DIC).

15 Igualmente, sería valorable que el dispositivo fuera lo suficientemente versátil como para poder ser usado tanto en ensayos tracción-compresión como compresión-compresión, en cualquier máquina de ensayos y con cualquier geometría de probeta cruciforme. La presente invención aporta todas estas ventajas frente a los útiles antipandeo uniaxiales que actualmente se conocen.

20

### **Descripción de la invención**

Con objeto de superar los problemas antes expuestos, es objeto de la invención un dispositivo para realizar ensayos biaxiales sobre una probeta cruciforme, es decir que tiene cuatro brazos y una zona central de donde parten los cuatro brazos.

25

El dispositivo objeto de la invención comprende una primera placa y una segunda placa, configuradas para unirse entre sí, y al menos dos platos configurados para proporcionar compresión a al menos dos brazos de la probeta cruciforme, donde las placas tienen forma de cruz y comprenden una cara de apoyo de la probeta cruciforme, tal que las  
30 caras de apoyo de la probeta comprenden una pluralidad de filetes con punta roma o una superficie moleteada con picos achaflanados.

En el dispositivo para realizar un ensayo biaxial sobre una probeta cruciforme objeto de la invención al menos una de las placas puede comprender un hueco central configurado  
35 para proporcionar acceso a la zona central de la probeta cruciforme.

El hueco central de la placa, si lo tiene, también puede ir provisto de un chaflán para una mejor visualización de la zona central de la probeta cruciforme.

5 El dispositivo para realizar ensayos biaxiales sobre una probeta cruciforme puede comprender un soporte en forma de L, configurado para que se unan al soporte las placas con la probeta cruciforme entre ellas.

10 En el dispositivo para realizar ensayos biaxiales sobre una probeta cruciforme objeto de la invención el soporte comprende una pletina configurada para fijarse a la base del soporte y regular un espacio libre entre las placas y el soporte.

15 En el dispositivo para realizar ensayos biaxiales sobre una probeta cruciforme objeto de la invención el soporte comprende una ranura en su base complementaria con una guía de un plato, tal que una unión entre la ranura del soporte y la guía de un plato garantiza una alineación entre un conjunto formado por el soporte y las placas con unos ejes de compresión de una máquina de ensayos.

20 La ranura del soporte también es necesaria para el permitir tanto el montaje vertical como horizontal del dispositivo objeto de la invención.

25 En el dispositivo para realizar ensayos biaxiales sobre una probeta cruciforme objeto de la invención la primera placa comprende unos agujeros ciegos con rosca, y el soporte comprende unos agujeros pasantes, tal que unos tornillos atraviesan los agujeros pasantes del soporte y se roscan en los agujeros ciegos con rosca para unir la primera placa al soporte.

30 El dispositivo para realizar ensayos biaxiales sobre una probeta cruciforme objeto de la invención comprende un primer conjunto de pernos configurados para pasar por los agujeros pasantes del soporte y agujeros pasantes de las placas, y un segundo conjunto de pernos configurados para pasar por los agujeros pasantes únicamente de las placas, tal que mediante tuercas de mariposa configuradas para roscarse tanto sobre el primer conjunto de pernos como sobre el segundo conjunto de pernos se impide un movimiento relativo entre las placas.

35

En el dispositivo para realizar ensayos biaxiales sobre una probeta cruciforme objeto de la invención los platos presentan la forma de un perfil en T con un alma plana configurada para la unión de cada plato a un actuador de una máquina de ensayo, ya que el alma plana permite que el plato sea mordido por una mordaza de accionamiento mecánico, neumático o hidráulico.

El alma plana de los platos puede comprender un orificio pasante que facilita la unión de los platos a cualquier máquina de ensayo.

En el dispositivo para realizar ensayos biaxiales sobre una probeta cruciforme objeto de la invención tanto la primera placa como la segunda placa pueden comprender un recubrimiento de teflón.

En el dispositivo para realizar ensayos biaxiales sobre una probeta cruciforme tanto la primera placa como la segunda placa pueden estar fabricadas íntegramente en teflón, esta opción está orientada al uso del dispositivo objeto de la invención en máquinas de ensayo en las que los cuatro actuadores estén contenidos en un plano horizontal.

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

A continuación, se pasa a describir de manera muy breve una serie de figuras donde con carácter no limitativo se muestran características técnicas que ayudan a comprender mejor el dispositivo objeto de la invención.

La figura 1 representa una vista de conjunto esquemática en perspectiva del dispositivo estabilizador objeto de la invención.

La figura 2a muestra una vista en explosión del dispositivo objeto de la invención separando los platos del conjunto soporte-placas-probeta.

La figura 2b muestra una vista en explosión del conjunto soporte-placas-probeta de la figura 2a separando el soporte del conjunto placas-probeta.

La figura 2c muestra una vista en explosión del conjunto placas-probeta de la figura 2b separando las placas de la probeta cruciforme.

35

La figura 3a muestra una vista en perspectiva de la primera placa del dispositivo objeto de la invención.

5 La figura 3b muestra una vista en perspectiva de la segunda placa del dispositivo objeto de la invención.

La figura 3c muestra una vista en perspectiva del soporte del dispositivo objeto de la invención.

10 La figura 3d muestra una vista en perspectiva de un plato con la ranura ciega para fijación del soporte.

La figura 3e muestra una vista en perspectiva de un plato sin ranura ciega.

15 La figura 4a muestra una vista en perspectiva de una placa con un detalle de la superficie de contacto de las placas con la probeta con filetes de cresta roma.

La figura 4b muestra una vista en perspectiva de una placa con un detalle de la superficie de contacto de las placas con la probeta moleteada con picos achaflanados.

20

La figura 5 muestra una vista en perspectiva de una placa con hueco central.

Las distintas referencias numéricas que se encuentran reflejadas en las figuras corresponden a los siguientes elementos:

25

1. primera placa,
2. segunda placa,
3. probeta cruciforme,
4. cara de apoyo de la probeta,
5. filetes con punta roma,

30

6. superficie moleteada con picos achaflanados,
7. hueco central,
8. chaflán,
9. platos,
10. soporte,

35

11. pletina,

- 12. pernos,
- 13. ranura,
- 14. ranura complementaria a la guía,
- 15. guía,
- 5 16. agujeros ciegos con rosca de la primera placa,
- 17. tornillos,
- 18. agujeros pasantes del soporte y de las placas,
- 19. primer conjunto de pernos,
- 20. segundo conjunto de pernos,
- 10 21. tuercas de mariposa,
- 22. alma plana,
- 23. orificio pasante,
- 24. recubrimiento,
- 25. agujeros ciegos del soporte, y
- 15 26. base del soporte.

### **Descripción detallada de la invención**

A la vista de lo anteriormente enunciado y haciendo referencia a la numeración adoptada en las figuras, el objeto de la invención es un dispositivo para realizar ensayos biaxiales sobre probetas cruciformes que evita que aparezca el fenómeno de pandeo sobre la probeta cruciforme. El dispositivo objeto de la invención comprende una primera placa (1) y una segunda placa (2), configuradas para unirse entre sí y alojar entre ellas la probeta cruciforme (3) sobre la que se va a desarrollar el ensayo biaxial.

25 Tanto la primera placa (1) como la segunda placa (2) tienen forma de cruz, y comprenden una cara de apoyo de la probeta (4) tal que las dos placas (1, 2) se enfrentan mediante sus caras de apoyo de la probeta (4). La función de las placas (1, 2) es proporcionar estabilidad a la probeta cruciforme (3) sobre la que se a desarrollar el ensayo.

30 Para proporcionar un área de contacto pequeña entre la probeta cruciforme (3) y las placas (1, 2), las caras de apoyo de la probeta (4) comprenden una pluralidad de filetes con punta roma (5) o una superficie moleteada con picos achaflanados (6), de modo que no existen picos que puedan dañar la probeta cruciforme (3) y que hagan que los ensayos puedan conducir a resultados erróneos. Esta configuración de las caras de

35

apoyo de la probeta (4) impide el desplazamiento perpendicular al plano vinculado al fenómeno de pandeo y a la vez reduce la posibilidad de fricciones indeseadas, y se asegura la obtención de la respuesta biaxial del material. Para poder estimar las deformaciones y/o tensiones centrales, se emplean los desplazamientos y/o cargas aplicados por los actuadores sobre los brazos de la probeta cruciforme, y se apoyan en las relaciones obtenidas mediante técnicas numéricas como el Método de los Elementos Finitos, también es posible obtener el estado de deformación central mediante medición experimental directa.

10 Las placas (1, 2) pueden comprender un hueco central (7), que proporciona acceso a la zona central de la probeta cruciforme (3) sometida a cargas biaxiales. Así, el hueco central (7) permite la instrumentalización de la probeta cruciforme (3) en el ensayo mediante sensores y/o la visualización y monitorización del estado de deformaciones mediante técnicas basadas en captura de imágenes. A modo de ejemplo se muestra en 15 la Figura 5 un hueco central (7) con forma de cuadrado, el citado hueco central (7) tiene un chaflán (8) que permite una mejor visualización de la zona central de la probeta cruciforme (3) sin debilitar en términos de rigidez y resistencia las placas (1, 2).

El dispositivo objeto de la invención también comprende cuatro platos (9), que en la 20 realización preferente del dispositivo tienen forma de T, siendo estos platos (9) los elementos del dispositivo que se fijan a una máquina de ensayos y los que proporcionan la compresión a los brazos de la probeta cruciforme (3) durante el ensayo. Si se realiza un ensayo tracción-compresión es necesario emplear únicamente dos platos (9).

25 El dispositivo objeto de la invención puede comprender un soporte (10) que en la realización preferente de la invención tiene forma de L, y que está configurado para unir las placas (1, 2) al propio soporte (10), que queda fijo a la máquina de ensayos mediante uno de los platos (9).

30 Durante la realización de un ensayo es necesario dejar una longitud libre determinada en el extremo de los brazos de la probeta cruciforme para evitar el choque de los platos (9) tanto con las placas (1, 2) como con el soporte (10).

Cuando se emplea el soporte (10), para proporcionar la citada longitud libre, el soporte 35 (10) tiene dos opciones:

- una primera opción en la que la longitud libre es fija, y se obtiene por el diseño del propio soporte,
- una segunda opción, en la que el soporte comprende una pletina (11) cuyo espesor permite regular la longitud inicial del espacio entre las placas (1, 2) y el soporte (10). La pletina (11) se encuentra atornillada por pernos (12) a unos agujeros ciegos (25) de la base (26) del soporte (10) de manera que puede modificarse su espesor en función de la longitud libre deseada antes del ensayo (ver figura 3c).

10 El soporte (10) posee además una ranura (13) coincidente con la posición del hueco central (7) de la placa (1, 2) una vez montada, de tal forma que dicha ranura (13) facilita la ubicación y extracción de los cables conectados a los sensores para medición de deformaciones (por ejemplo, galgas extensométricas o fibra óptica) en el caso de que estos se coloquen en la cara de la probeta cruciforme (3) enfrentada al soporte (10). En la realización preferente mostrada en la Figura 3c se observa que la ranura (13) tiene forma rectangular. Otra posibilidad para la ejecución de la ranura (13) podría ser la realización de un agujero pasante que permita acceder con dichos sensores a la zona de interés para su monitorización.

20 El soporte (10) comprende una ranura (14) en su base (26), que facilita el montaje de un conjunto formado por el soporte (10), las placas (1, 2) y una probeta cruciforme (3) (ver figura 2a) a un plato (9), y mantiene la alineación de dicho conjunto soporte-placas-probeta (10-1,2-3) con los ejes de la máquina de ensayos, siendo la alineación un parámetro crítico para la correcta realización del ensayo biaxial. En la realización preferente la ranura (14) tiene forma de cola de milano. Dicha ranura (14) es complementaria con una guía (15) del plato (9), a la que se acopla, permitiendo que el conjunto soporte-placas-probeta (10-1,2-3) se sitúe tanto en posición vertical como horizontal y facilitando así que el dispositivo pueda ser empleado en máquinas de ensayo biaxial con los cuatro actuadores o bien contenidos en el plano vertical o bien en el plano horizontal.

El uso del soporte (10) es opcional, siendo posible utilizar únicamente las placas (1, 2) como elemento estabilizador y los platos (9) como medio de compresión de los brazos de la probeta cruciforme (3).

35

La primera placa (1) se fija firmemente mediante unión atornillada al soporte (10), por lo que la primera placa (1) comprende unos agujeros ciegos con rosca (16) para realizar su anclaje al soporte (ver figura 3a).

5 Para fijar la primera placa (1) al soporte (10), se emplean unos tornillos (17) que atraviesan unos agujeros pasantes (18) del soporte (10) y se enroscan en los agujeros ciegos con rosca (16) de la primera placa (1). La fijación de la primera placa (1) al soporte (10) facilita la alineación y centrado de la probeta cruciforme (3) en la máquina de ensayo.

10

El dispositivo objeto de la invención comprende un primer conjunto de pernos (19), que atraviesan los agujeros pasantes (18) del soporte (10) y de las placas (1,2) y un segundo conjunto de pernos (20), que atraviesan únicamente las placas (1, 2). Tanto el primer conjunto de pernos (19) como el segundo conjunto de pernos (20) se enroscan a tuercas de mariposa (21), siendo el apriete de estas tuercas de mariposa (21) un aspecto crítico para el funcionamiento del dispositivo objeto de la invención. Así pues las placas (1, 2) tienen impedido el movimiento relativo entre ellas por la acción de los pernos (19,20).

15

Es necesario realizar un apriete manual débil de las tuercas de mariposa (21), ya que un par demasiado elevado podría provocar que las placas (1, 2) aplicaran cargas de cortadura sobre la probeta cruciforme (3), indeseables para la correcta realización del ensayo que requiere permitir el libre desplazamiento de la probeta cruciforme (3) en la dirección de la carga.

20

El hecho de emplear uniones mediante tornillos (17) y pernos (19, 20) entre los distintos componentes del dispositivo tiene el fin práctico de facilitar el montaje y desmontaje de la probeta cruciforme (3), así como dejar abierta la posibilidad de intercambiar las distintas partes del dispositivo objeto de la invención por otras adaptadas para cada geometría y/o material de diferentes probetas cruciforme (3).

30

Los platos (9), representados en la figura 3c, presentan, en la realización preferente, la forma de un perfil en T con un alma plana (22), de manera que a través de esta alma (22) el plato (9) se une a un actuador de una máquina de ensayo, agarrando el alma plana (22) con una mordaza neumática, una mordaza de apriete manual o incluso mediante unión mecánica con pasadores cilíndricos a través de un orificio pasante (23),

35

favoreciéndose así el uso del dispositivo en cualquier máquina de ensayo.

Es posible optar por otras realizaciones de los platos (9), por ejemplo, platos cilíndricos típicos de los sistemas para ensayo uniaxial a compresión.

5

Tanto las placas (1, 2), como el soporte (10), como los platos (9) del dispositivo objeto de la invención están preferiblemente fabricados en acero, que asegura su rigidez y resistencia en caso de que durante el ensayo entren en carga, evitando desarrollar grandes desplazamientos o deformaciones permanentes que hagan que los ensayos no sean válidos. Estos elementos también pueden tener un recubrimiento (24) de teflón que reduce la fricción entre ellos.

10

En la realización del dispositivo en la que no se cuenta con el soporte (10), es posible fabricar las placas (1, 2) completamente en teflón, ya que dicho material proporciona características de ligereza y capacidad anti-adherencia entre placa (1, 2) y probeta cruciforme (3).

15

20

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para realizar ensayos biaxiales sobre una probeta cruciforme (3), donde la probeta cruciforme (3) comprende unos brazos y una zona central, **caracterizado por** que el dispositivo comprende:
- una primera placa (1) y una segunda placa (2), configuradas para unirse entre sí,
  - al menos dos platos (9) configurados para proporcionar compresión a al menos dos brazos de la probeta cruciforme (3),
- donde las placas (1, 2) tienen forma de cruz y comprenden una cara de apoyo de la probeta (4), tal que las caras de apoyo de la probeta (4) comprenden una pluralidad de filetes con punta roma (5) o una superficie moleteada con picos achaflanados (6).
2. Dispositivo para realizar un ensayo biaxial sobre una probeta cruciforme (3) según la reivindicación 1, **caracterizado por** que al menos una de las placas (1, 2) comprende un hueco central (7) configurado para proporcionar acceso a la zona central de la probeta cruciforme (3).
3. Dispositivo para realizar un ensayo biaxial sobre una probeta cruciforme (3) según la reivindicación 2, **caracterizado por** que el hueco central (7) tiene un chaflán (8) para una mejor visualización de la zona central de la probeta cruciforme (3).
4. Dispositivo para realizar ensayos biaxiales sobre una probeta cruciforme (3) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por** que comprende un soporte (10) en forma de L, configurado para unir las placas (1, 2) al propio soporte (10) con la probeta cruciforme (3) entre las placas (1, 2).
5. Dispositivo para realizar ensayos biaxiales sobre una probeta cruciforme (3) según la reivindicación 4, **caracterizado por** que el soporte comprende una pletina (11) configurada para fijarse a la base del soporte y regular un espacio libre entre las placas (1, 2) y el soporte (10).
6. Dispositivo para realizar ensayos biaxiales sobre una probeta cruciforme (3) según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 5, **caracterizado por** que el soporte (10) comprende una ranura (14) en su base complementaria con una guía (15) de un plato (9), tal que una unión entre la ranura (14) del soporte (10) y la guía (15) garantiza una alineación entre un conjunto formado por el soporte (10) y las placas (1, 2) con unos ejes de compresión de una máquina de ensayos.

7. Dispositivo para realizar ensayos biaxiales sobre una probeta cruciforme (3) según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizado por** que:

- la primera placa (1) comprende unos agujeros ciegos con rosca (16),
- el soporte (10) comprende unos agujeros pasantes (18),

5 tal que unos tornillos (17) atraviesan los agujeros pasantes (18) del soporte (10) y se roscan en los agujeros ciegos con rosca (16) para unir la primera placa (1) al soporte (10).

8. Dispositivo para realizar ensayos biaxiales sobre una probeta cruciforme (3) según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, **caracterizado por** que comprende:

- 10
- un primer conjunto de pernos (19) configurados para pasar por los agujeros pasantes (18) del soporte (10) y agujeros pasantes (18) de las placas (1,2) y
  - un segundo conjunto de pernos (20) configurados para pasar por los agujeros pasantes (18) únicamente de las placas (1, 2),
  - tuercas de mariposa (21) configuradas para roscarse tanto sobre el primer
- 15 conjunto de pernos (19) como sobre el segundo conjunto de pernos (20),

donde las tuercas de mariposa (21) roscadas en los pernos (19, 20) impiden un movimiento relativo entre las placas (1, 2).

9. Dispositivo para realizar ensayos biaxiales sobre una probeta cruciforme (3) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por** que los platos (9) presentan

20 la forma de un perfil en T con un alma plana (22) configurada para la unión de cada plato a un actuador de una máquina de ensayo.

10. Dispositivo para realizar ensayos biaxiales sobre una probeta cruciforme (3) según la reivindicación 9 caracterizado por que el alma plana (22) de los platos (9) comprende un orificio pasante (23).

25 11. Dispositivo para realizar ensayos biaxiales sobre una probeta cruciforme (3) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 caracterizado por que tanto la primera placa (1) como la segunda placa (2) comprenden un recubrimiento (24) de teflón.

13. Dispositivo para realizar ensayos biaxiales sobre una probeta cruciforme (3) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por** que tanto la primera placa

30 (1) como la segunda placa (2) están fabricadas en teflón.

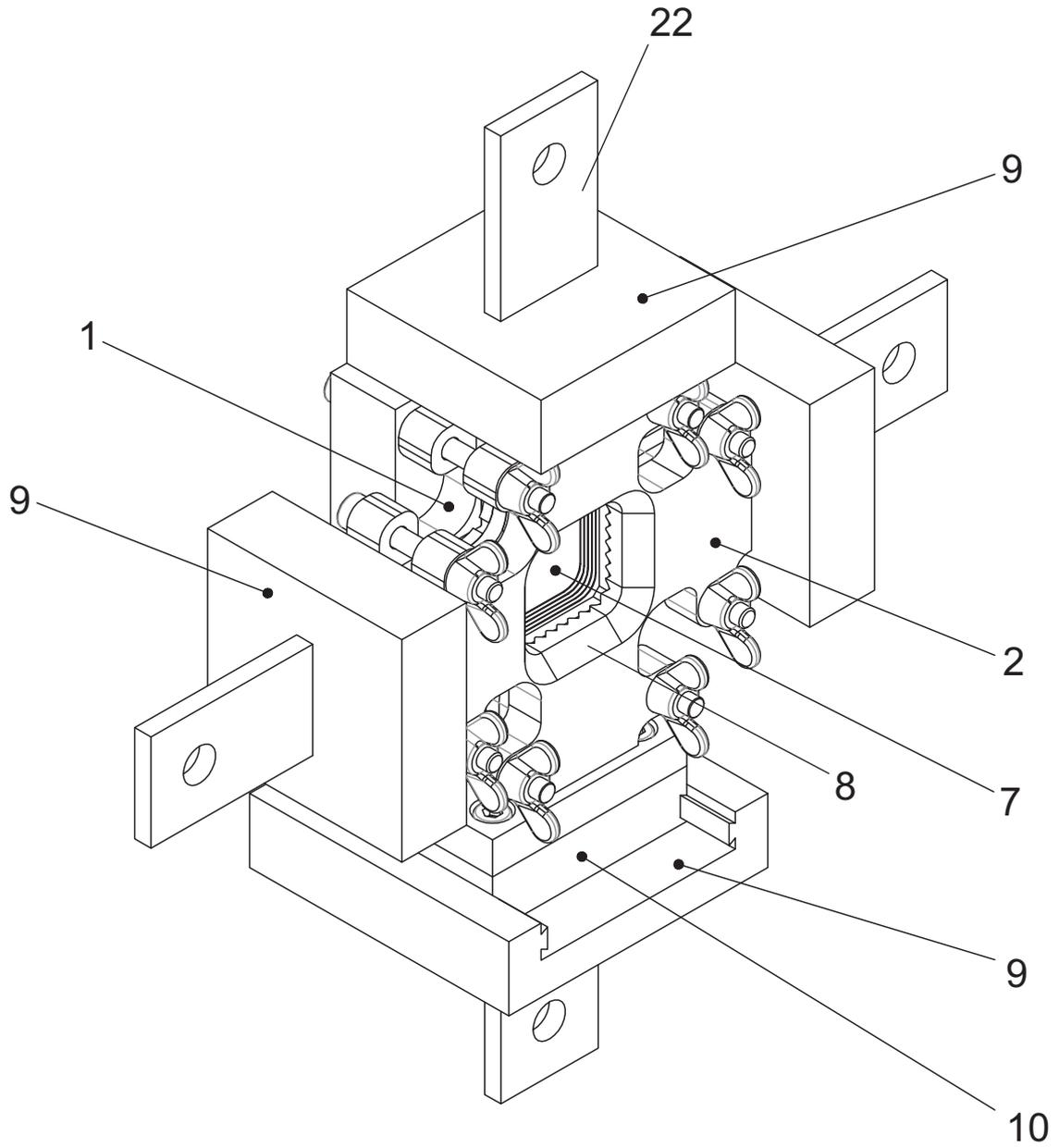


Fig. 1

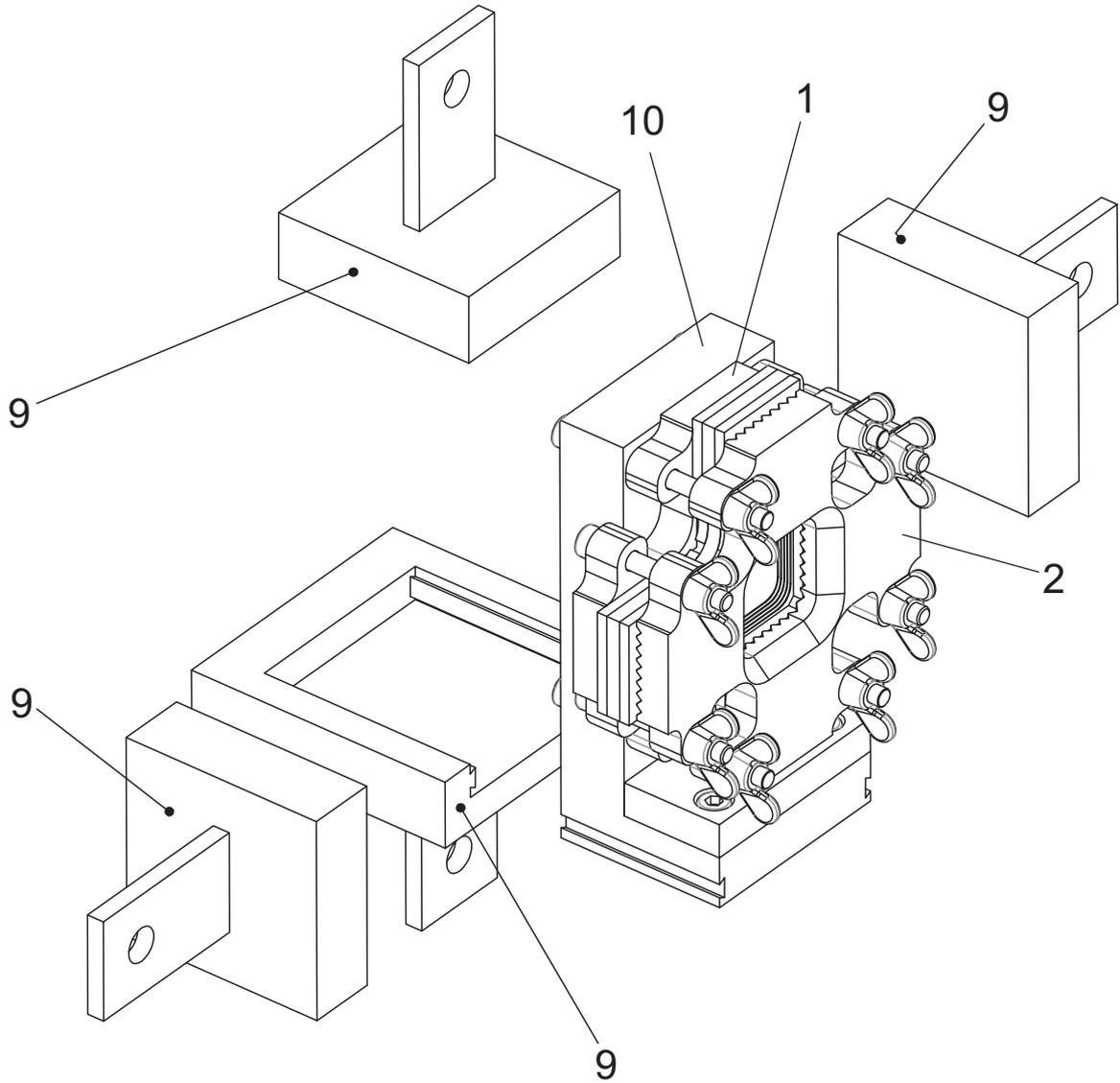


Fig. 2a

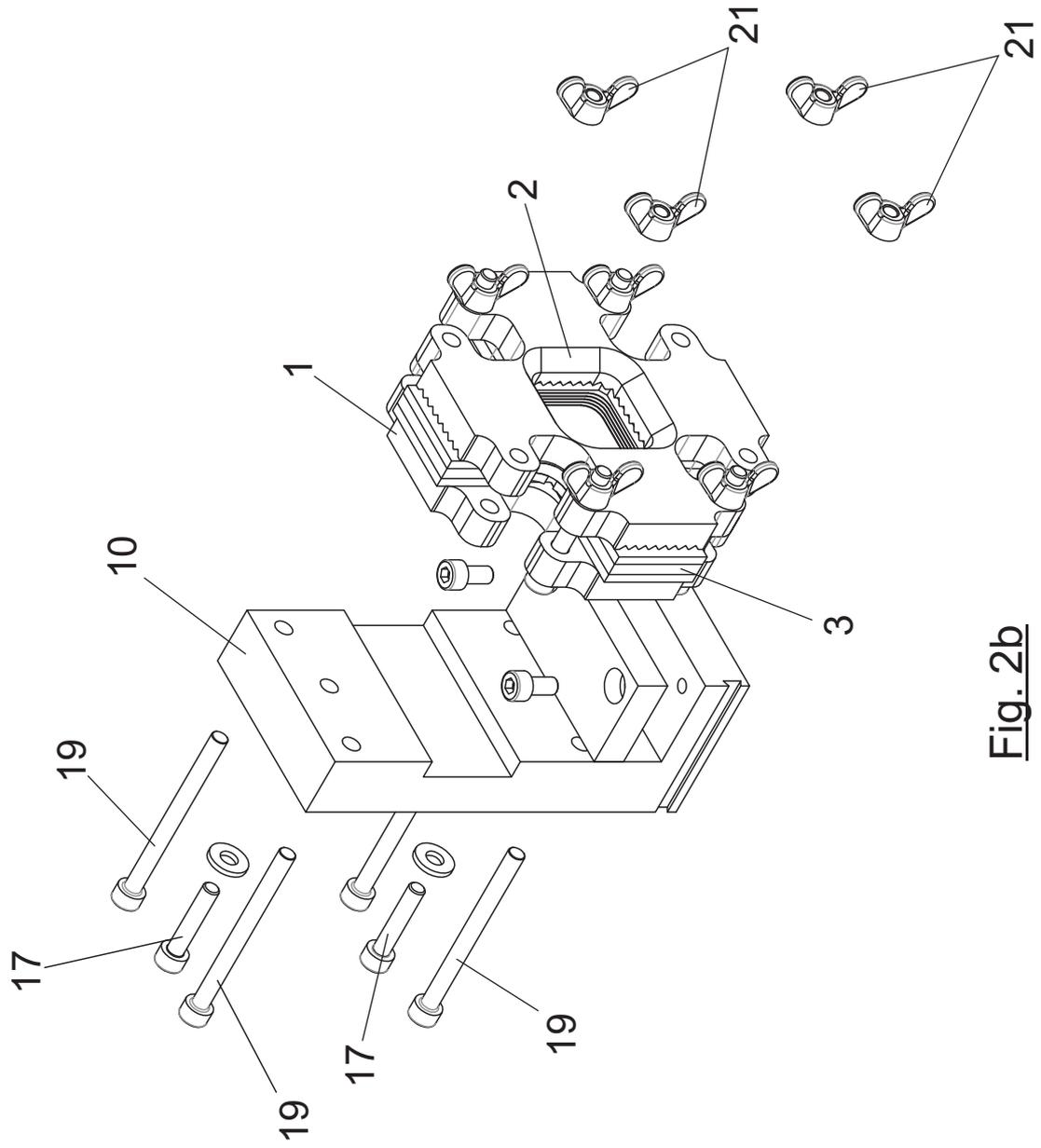


Fig. 2b

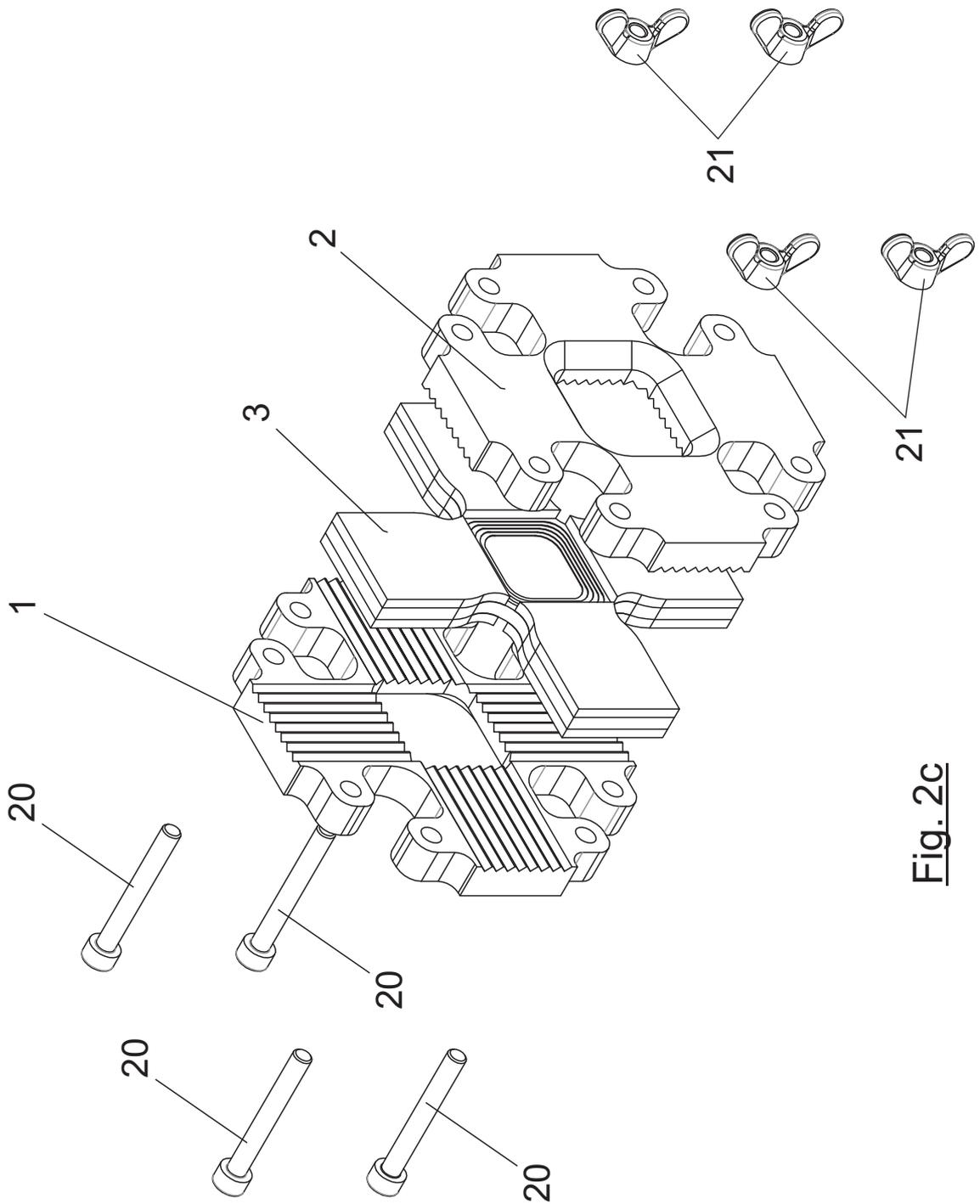


Fig. 2c

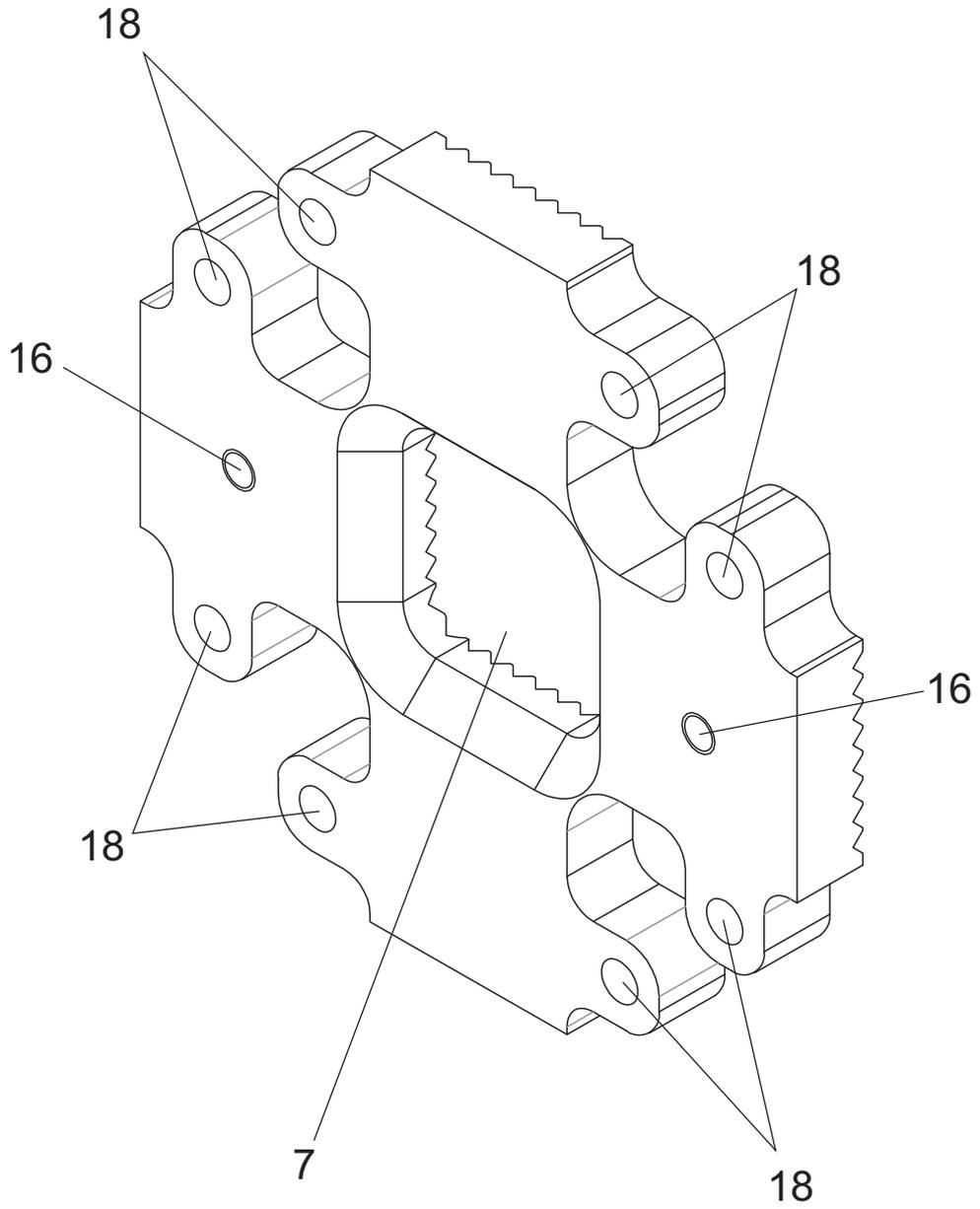


Fig. 3a

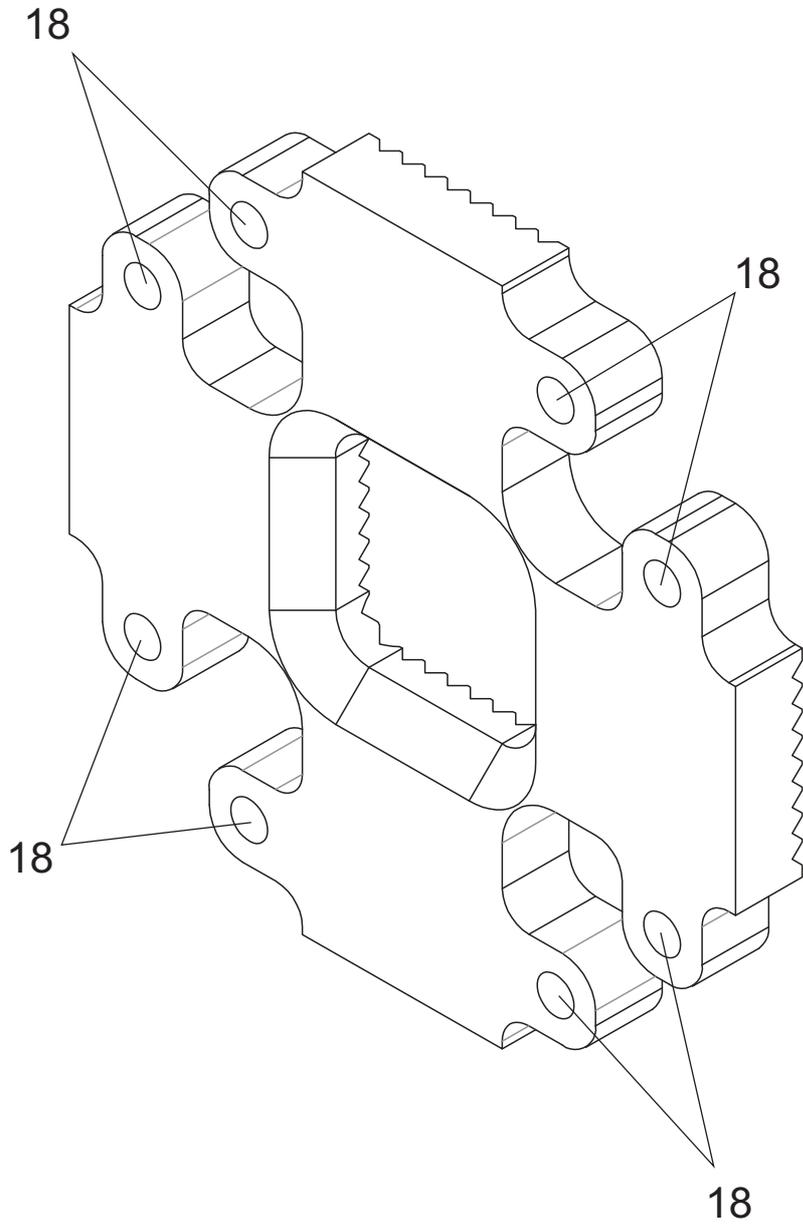


Fig. 3b

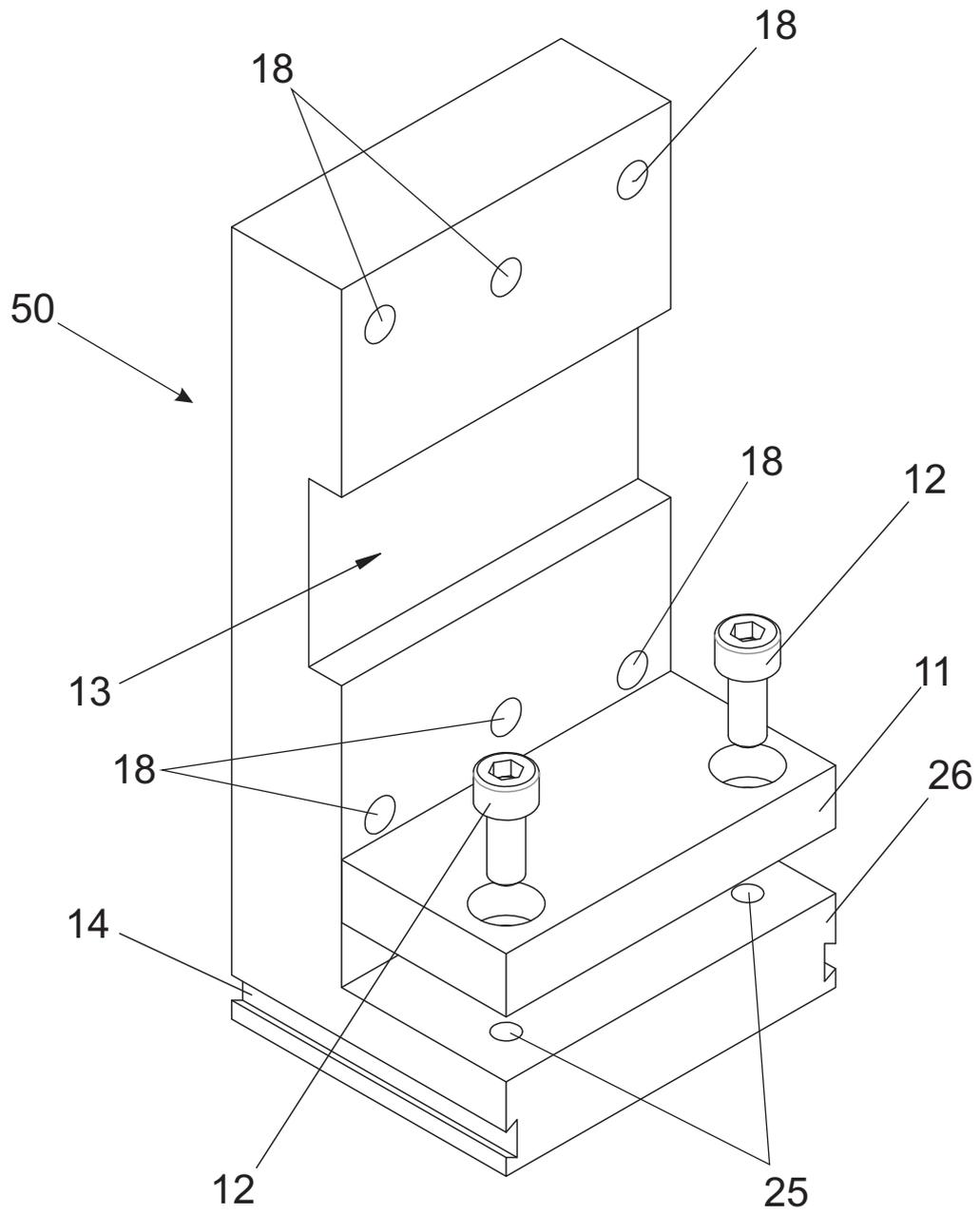


Fig. 3c

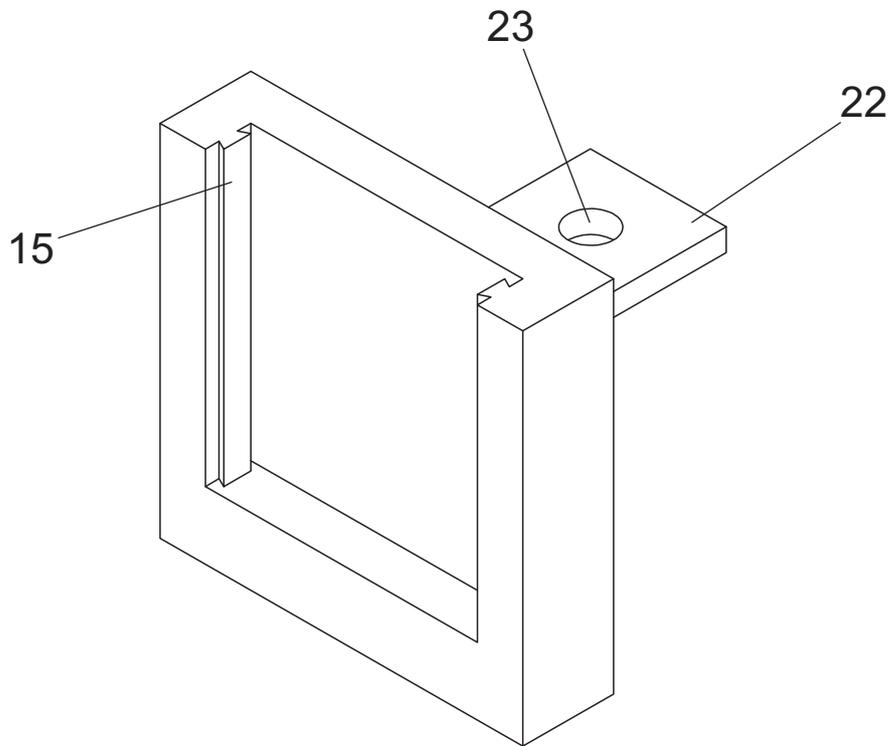


Fig. 3d

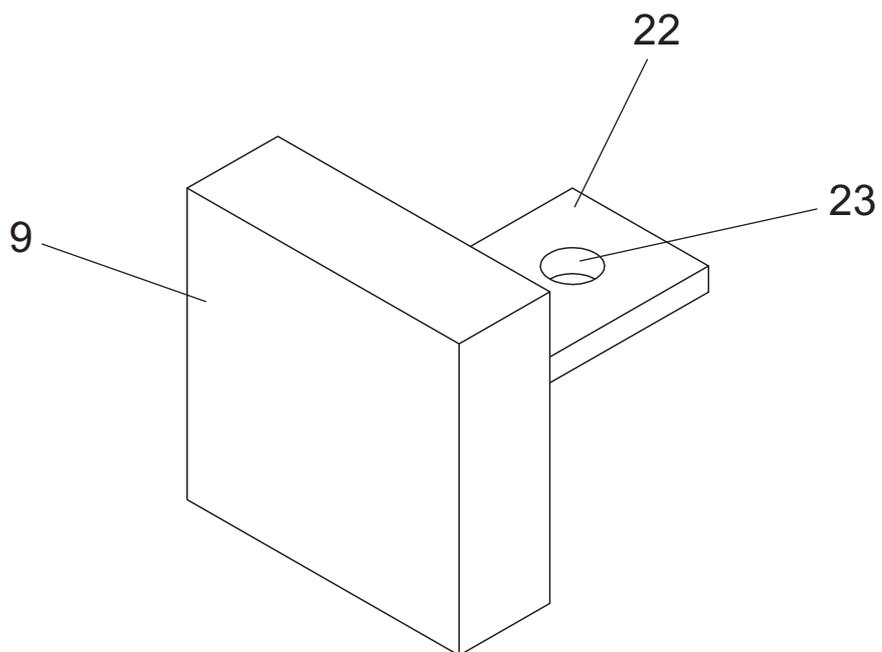


Fig. 3e

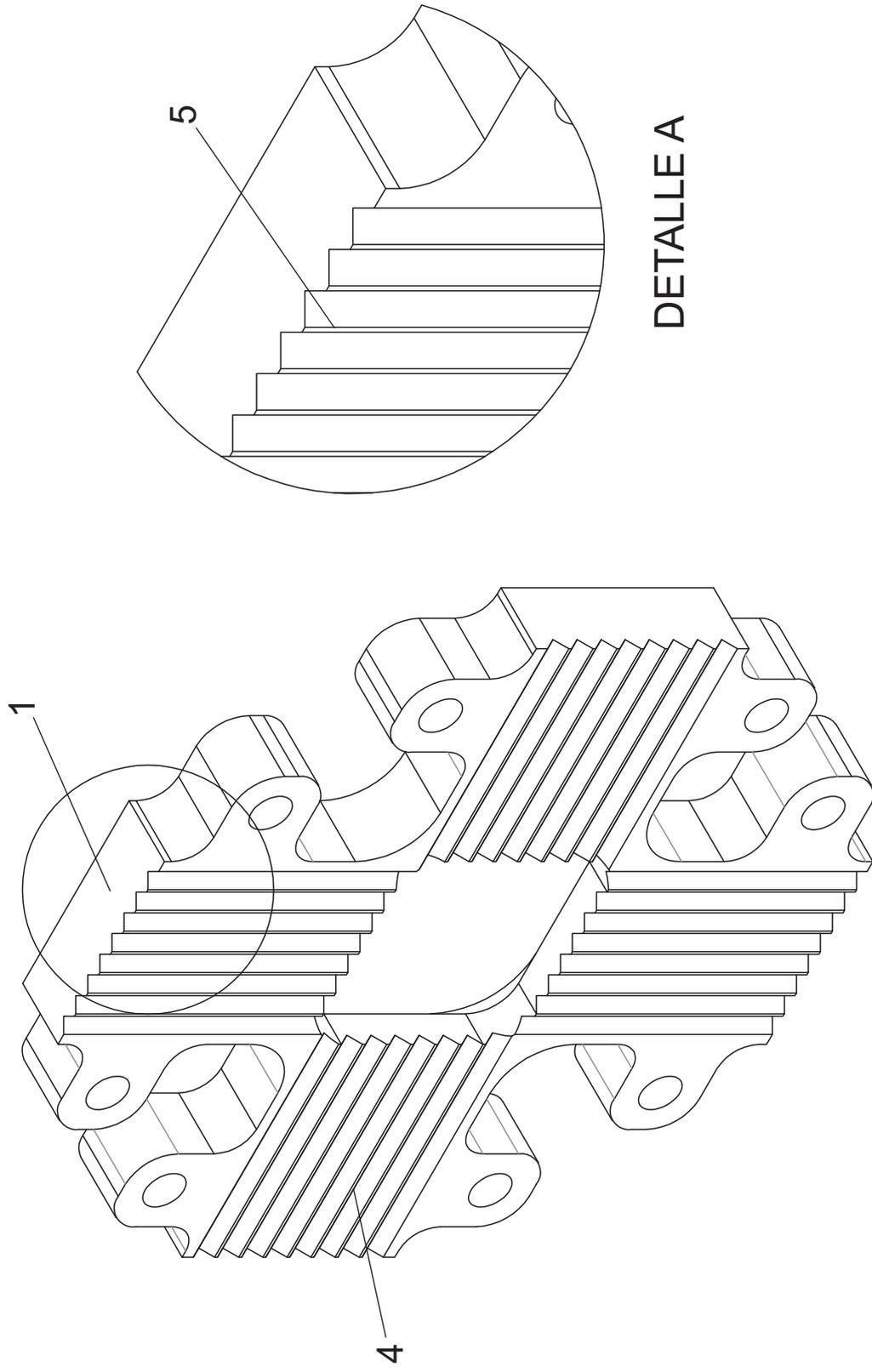


Fig. 4a

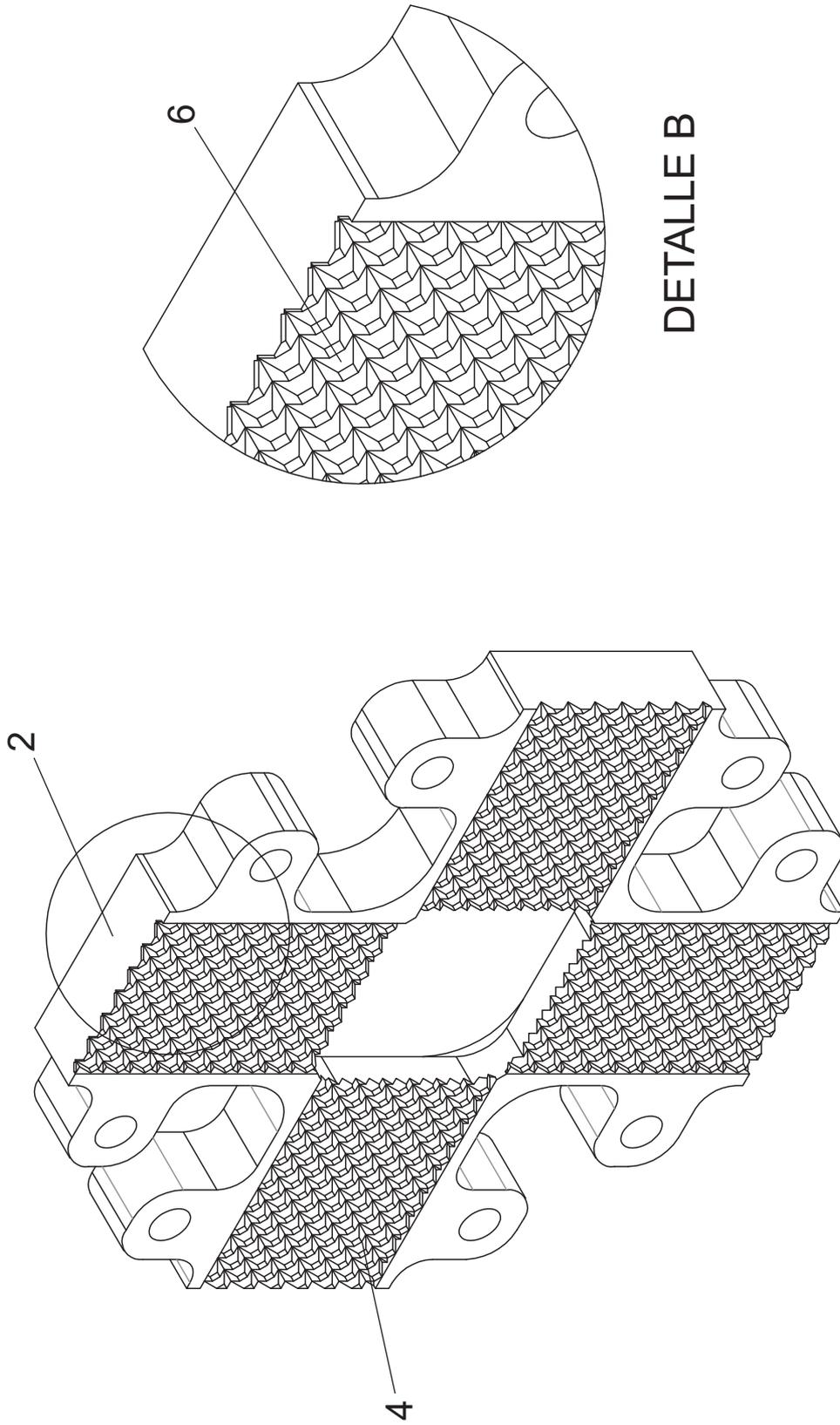


Fig. 4b

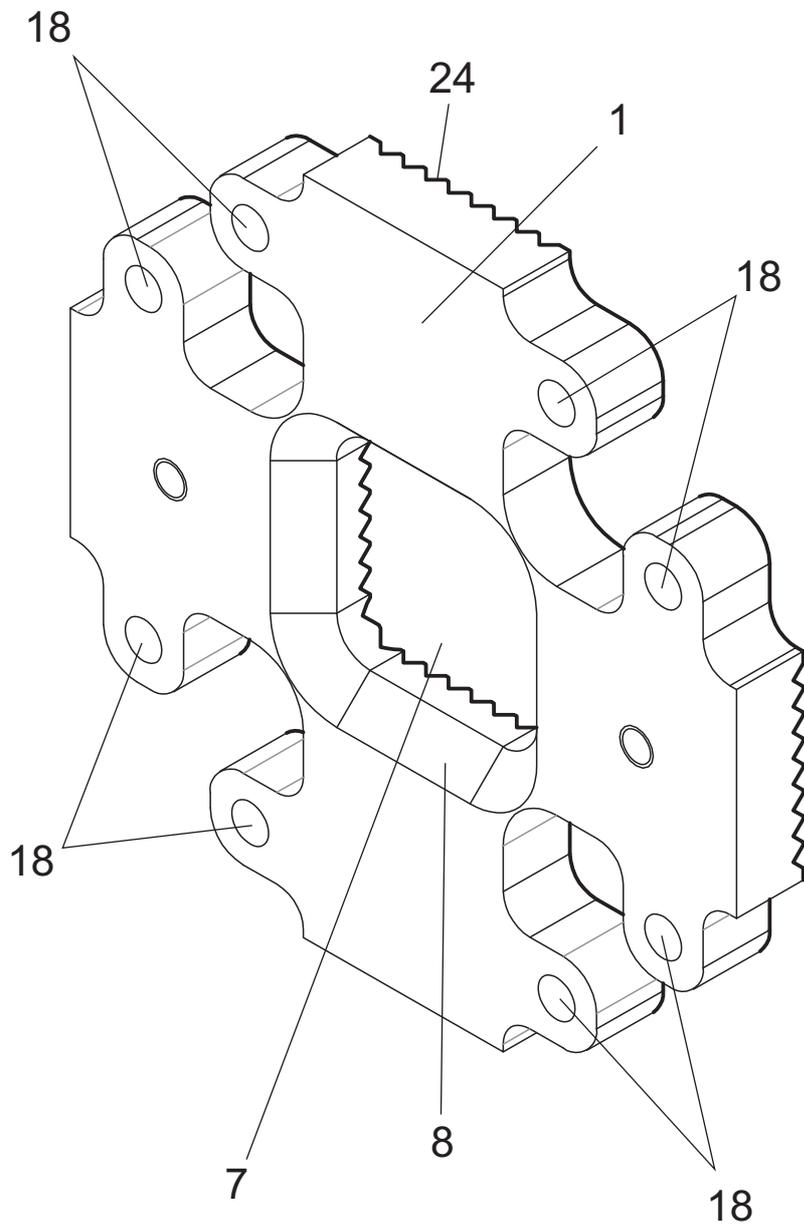


Fig. 5