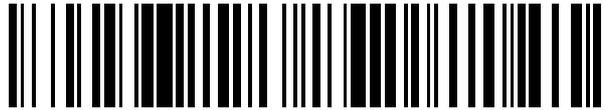


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 775 069**

21 Número de solicitud: 202090027

51 Int. Cl.:

B23P 19/06 (2006.01)

B25B 29/02 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

27.12.2017

43 Fecha de publicación de la solicitud:

23.07.2020

71 Solicitantes:

NABRAWIND TECHNOLOGIES SL (100.0%)

Avda. Carlos III 11, 2 Izda

31002 PAMPLONA (Navarra) ES

72 Inventor/es:

MONTREAL LESMES, Javier;

CalLEN ESCARTIN, Javier;

IRIARTE ELETA, Javier y

SANZ PASCUAL, Eneko

74 Agente/Representante:

IGARTUA IRIZAR, Ismael

54 Título: **SISTEMA DE CONTROL DEL PRETENSADO DE PERNOS**

57 Resumen:

Sistema de control del pretensado de pernos (1) en donde cada extremo de cada perno (1) está roscado en una cavidad (4) de dos piezas (2) a unir. Cada perno (1) comprende una pieza de pretensión (3) que comprende una doble cuña (5), una arandela (6) dispuesta a cada lado de la doble cuña (5), y elementos de fijación que fijan las cuñas una vez alcanzado la precarga deseada. El pretensado del perno (1) correspondiente se lleva a cabo mediante una herramienta tensionadora (10) que actúa sobre la pieza de pretensión (3), reduciendo la distancia entre las cuñas, aumentando la distancia entre las piezas (2) a unir, y reduciéndose la distancia entre los extremos de las cuñas y las arandelas (6). En el sistema de control de la invención se mide al menos una de dichas distancias descritas, actuando la herramienta tensionadora en función de dicha distancia medida.

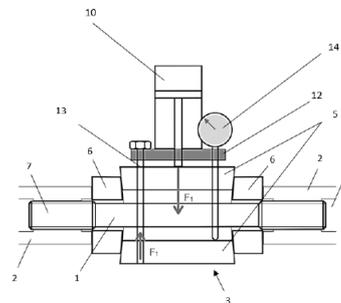


Fig. 7

ES 2 775 069 A2

DESCRIPCIÓN

SISTEMA DE CONTROL DEL PRETENSADO DE PERNOS

5

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de control del pretensado de pernos.

10

Antecedentes

Los pernos son uno de los métodos más comunes para unir dos o más componentes. En la mayoría de las aplicaciones, es extremadamente importante que el apriete se haga uniformemente hasta alcanzar el nivel de tensión apropiado en el perno, y ello requiere el uso de equipos de control y herramientas adecuadas.

15

Existen distintas técnicas de tensionado que pueden clasificarse según se controla el apriete en el elemento que se pretensa. La pretensión puede ser medida sobre un simple tornillo o sobre una pluralidad de pernos.

20

Dependiendo de la técnica de control usada se diferencian los siguientes métodos mostrados en las figuras del 1a y 1b del estado de la técnica:

- Control de par de apriete. Durante la torsión del tornillo o de la tuerca se mide el par controlando la tensión de apriete. También se combina con la medición del ángulo de rotación.
- Control del estiramiento "yield". Cuando se alcanza el punto entre la zona elástica y la plástica.
- Control de la carga axial. Elongando el tornillo previamente al apriete de la tuerca.
- Control del estiramiento mediante el calentamiento y la dilatación del tornillo y/o de la tuerca o de las partes a unir previamente a su apriete.

30

Ahora bien, si el perno que se quiere tensionar y el que se debe controlar, tiene una accesibilidad limitada, ninguno de los métodos de control anteriormente mencionados sería aplicable.

35

En el estado de la técnica existen herramientas tensionadoras de apriete para tornillos que

cuentan con controles específicos. Tal es el caso del modelo de utilidad ES1072452U cuya punta de apriete gira y produce el desplazamiento relativo de los elementos a apretar reduciendo la distancia entre dos retenedores hasta que el contacto entre ellos provoca la interrupción del giro. En este caso, los retenedores también pueden sustituirse por sensores de contacto. Las solicitudes de patente ES2220182A1 y ES2277506A1 utilizan como medio de medida y control un sensor de carga que informa de la fuerza aplicada en la constricción de los elementos a unir y un sistema medidor de fuerza de apriete basado en galgas extensiométricas y un medidor de la distancia recorrida por los dedos de la herramienta mediante un sensor magnético de desplazamiento.

Así mismo, en el documento WO2017174828A1 se describe cómo se unen dos piezas o módulos a través de pernos que son pretensionados con una herramienta tensionadora. Los extremos de cada perno están roscados y son alojados y roscados en una cavidad respectiva de las piezas a unir. El perno comprende una pieza de pretensión en forma de doble cuña para el pretensado del perno. A cada lado de la doble cuña se dispone una arandela que se apoya sobre dicha doble cuña a través de una cara inclinada respectiva. La pieza de pretensión también comprende elementos de fijación. Al aplicar la carga exterior se reduce la distancia entre cuñas de la doble cuña, aumentando la distancia entre las piezas a unir y reduciéndose la distancia entre los extremos de las cuñas y las arandelas, produciéndose la precarga o el tensionado del perno.

Descripción

El objeto de la invención es proporcionar un sistema de control del pretensado de pernos, tal y como se define en las reivindicaciones.

En el sistema de control de la invención, cada extremo de cada perno está roscado en una cavidad respectiva de dos piezas a unir entre sí. Cada perno a su vez comprende una pieza de pretensión para el pretensado de dicho perno. Dicha pieza de pretensión comprende una doble cuña formada por dos cuñas que abrazan el perno, una arandela dispuesta a cada lado de la doble cuña que se apoya sobre dicha doble cuña a través de una cara inclinada respectiva, y elementos de fijación que fijan las cuñas de la doble cuña una vez alcanzado la precarga deseada. El pretensado del perno correspondiente se lleva a cabo mediante una herramienta tensionadora que actúa sobre la pieza de pretensión, reduciendo la distancia entre cuñas de la doble cuña, aumentando la distancia entre las piezas a unir para su

pretensado, y reduciéndose la distancia entre los extremos de las cuñas y las arandelas.

Sin embargo, en el sistema de control de la invención se mide al menos una de dichas distancias descritas y que varían durante el apriete del perno, actuando dicha herramienta
5 tensionadora en función de dicha distancia medida.

Tal y como se ha comentado, los dos extremos del perno a tensionar se encuentran roscados en las cavidades que se alojan en el interior de los elementos a unir y no son accesibles. Por ello, no se puede controlar el apriete, ni el ángulo de rotación según los
10 métodos descritos en el apartado anterior referente al estado de la técnica. Tampoco se puede controlar el estiramiento “yield” ya que para ello habría que medir previamente el ángulo de rotación y el par de apriete. Además, en el caso de que se dispusieran una pluralidad de pernos dispuestos paralelamente y próximos entre ellos, la accesibilidad lateral a los pernos también se vería limitada.

15 Por lo tanto, con el sistema de control de la invención se posibilita el correcto tensionado de los pernos aunque el acceso a dichos pernos sea limitado o dificultoso, evitando que el perno en cuestión se deforme en exceso y pueda deformarse plásticamente.

20 Breve descripción de los dibujos

A continuación, se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

25 Las Figuras 1a y 1b muestran las técnicas de control de tensión existentes en el estado de la técnica.

La Figura 2a muestra la disposición de los pernos a lo largo de la pala modular y la Figura
30 2b muestra los mismos pernos con sus piezas de pretensión colocadas sobre ellos.

La Figura 3a muestra una sección de la unión de pala con una única pieza de pretensión y la Figura 3b la pieza de pretensión y su perno interior según una sección a través de su eje longitudinal.

35

Las Figuras 4a y 4b representan dos realizaciones prácticas de apriete de los elementos de unión de la pieza de pretensión.

5 La Figura 5 representa una realización práctica para la configuración de la herramienta tensionadora.

La Figura 6 representa una gráfica de la carga que adquiere el perno en función del desplazamiento sufrido.

10 La Figura 7 representa una configuración específica de una herramienta tensionadora hidráulica.

Descripción detallada

15 Tal y como se muestra en la figura 2a, los elementos 2 a unir en este caso son dos mitades de una pala modular que al unirse formarán la pala de un aerogenerador por ejemplo. La unión de las dos mitades se realiza a través de una pluralidad de pernos 1, tal y como se aprecia en dicha figura. La utilización de dichos pernos para unir una pala modular está descrita por ejemplo en WO2017174828A1.

20 En la realización preferente de la invención cada extremo del perno 1 está roscado en una cavidad 4 respectiva de las dos piezas 2 a unir entre sí, tal y como se aprecia por ejemplo en las figuras 3a o 3b. El perno 1 a su vez comprende una pieza de pretensión 3 para el pretensado de dicho perno 1. Dicha pieza de pretensión 3 comprende una doble cuña 5 formada por dos cuñas que abrazan el perno 1, una arandela 6 dispuesta a cada lado de la
25 doble cuña 5 que se apoya sobre dicha doble cuña 5 a través de una cara inclinada respectiva, y elementos de fijación 8 que fijan las cuñas de la doble cuña 5 una vez alcanzada la precarga deseada. El pretensado del perno 1 correspondiente se lleva a cabo mediante una herramienta tensionadora 10 que actúa sobre la pieza de pretensión 3,
30 reduciendo la distancia "a" entre cuñas de la doble cuña 5, aumentando la distancia "b" entre las piezas 2 a unir pretensando el perno 1 correspondiente, y reduciéndose la distancia "c" entre los extremos de las cuñas y las arandelas 6.

Sin embargo, en el sistema de control de la invención se mide al menos una de dichas
35 distancias "a", "b" o "c" descritas y que varían durante el apriete o tensionado del perno 1,

actuando dicha herramienta tensionadora 10 en función de dicha distancia "a", "b" o "c" medida.

5 La figura 2b muestra la pluralidad de pernos 1 de la figura 2a pero con las piezas de pretensión 3 dispuestas sobre ellos, abrazándolos. El extremo sobresaliente del perno 1 que se muestra en la figura 2b estará roscado en el trozo de pala a unir y no estará visible.

10 Para facilitar la unión de los pernos 1 a las piezas 2 a unir, las dos mitades de la pala modular en este ejemplo, se disponen unos insertos 7 en las cavidades 4 de dichas palas 2. El interior de dichos insertos 7 están roscados de manera que se aloja el extremo roscado de cada perno 1 en un inserto 7 correspondiente.

15 En la figura 3a se representa un único perno 1 con los dos extremos roscados en los insertos 7 que se encuentran en el interior de la pala 2 y como además está cubierto con la pieza de pretensión 3, dicho perno 1 queda totalmente inaccesible. En la realidad, tal y como se muestra en la figura 2a, son una pluralidad de pernos 1 cuyos extremos están roscados en los insertos 7 de las cavidades 4, y además, las piezas de pretensión 3 cubren los pernos 1, lo que imposibilita el control de su estiramiento y/o carga axial.

20 Por lo tanto, con el sistema de control de la invención se posibilita el correcto tensionado de los pernos 1 aunque el acceso a dichos pernos 1 sea inaccesible, evitando que el perno 1 en cuestión se deforme en exceso y pueda deformarse plásticamente.

25 Tal y como se muestra en la figura 3b, cuando se realiza el tensionado de uno de los pernos 1 los parámetros de control se obtienen en la pieza de pretensión 3, mediante el desplazamiento de las partes que lo componen: la doble cuña 5 que se desplaza sobre las arandelas 6 de caras inclinadas empujada por la herramienta tensionadora 10 que aplica una fuerza sobre dicha doble cuña 5.

30 Al aplicar dicha fuerza de apriete sobre la doble cuña 5 se posibilita el desplazamiento entre dicha cuña 5 y las arandelas 6, lo cual lleva a estirar el perno 1 correspondiente.

35 La herramienta tensionadora 10 según la realización preferente de la invención, además de procurar la fuerza necesaria para provocar el estiramiento del perno 1 correspondiente también lleva a cabo la medición de al menos una de las distancias "a", "b" o "c" descritas,

por lo que el control sobre la deformación que sufre el perno 1 durante el pretensado o apriete es total e inmediata lo cual asegura el correcto pretensionado del perno 1, evitando que el perno 1 pueda deformarse en exceso, es decir que pueda deformarse plásticamente.

5 Tal y como ya se ha explicado, los desplazamientos que se producen durante el tensionado de un perno 1 son tres y al menos se debería de controlar uno de ellos:

- Desplazamiento a (representada por la cota "a" en la figura 3b).- Aproximación entre dos cuñas 5 cuando se aplica una fuerza externa.

10 - Desplazamiento b (representada por la cota "b" en la figura 3b).- Incremento de la distancia entre los insertos 7 donde se alojan los extremos roscados del perno , es decir incremento de la distancia entre las piezas 2 a unir.

15 - Desplazamiento c (representada por la cota "c" en la figura 3b).- Reducción de la distancia relativa entre los extremos de las cuñas 5 y arandelas 6 a lo largo del plano de deslizamiento o de la dirección de la fuerza aplicada.

Tal y como se ha comentado, las dos cuñas de la doble cuña 5 de la pieza de pretensión 3 cooperan con las caras inclinadas de las arandelas 6 dispuestas en cada extremo de la pieza de pretensión 3. De este modo, al acercarse las dos cuñas 5 una hacia la otra se acorta la distancia "a" representada en la figura 3b, y las correspondientes arandelas 6 son alejadas una respecto de la otra empujadas por dichas cuñas, aumentando la distancia "b" representada en la figura 3b. De este modo, las piezas a unir a través de los pernos 1, en la realización práctica de la invención las dos mitades de una pala 2, tienden a separarse de modo que el perno 1 es estirado, obteniéndose el pretensado deseado en función de dicho estirado.

En el sistema de control de la invención se mide preferentemente la distancia "a", a través de la herramienta tensionadora 10 que a su vez aplica la fuerza necesaria que provoca el estirado o pretensionado del perno 1 correspondiente, para controlar el estiramiento de dicho perno 1, tal y como se describirá en detalle más adelante.

El sistema de control de la invención se lleva a cabo en tres fases, mostradas en la figura 6 donde se muestra las fases de la deformación o elongación del perno 1 durante la operación

del pretensado:

Fase 1: fase no lineal de pre-apriete.

Fase 2: deformación del perno 1 hasta alcanzar una precarga objetivo intermedia.

5 Fase 3: deformación del perno 1 y control de par hasta la precarga final.

Las cuñas de la doble cuña 5 están unidas entre sí mediante los elementos de fijación 8, preferentemente tornillos, tal y como se muestra por ejemplo en la figura 3a, con posibilidad de movimiento relativo entre ambas cuñas.

10

En un ejemplo no limitativo, al girar los elementos de fijación 8 en un sentido las dos cuñas de la doble cuña 5 se acercarán una a la otra guiadas por dichos elementos de fijación 8, y al girar en el sentido contrario ambas cuñas se alejarán una de la otra.

15 En la figura 4a se muestra como el tensionado se puede hacer secuencialmente sobre todos los elementos de fijación 8 o simultáneamente, figura 4b, con un complemento 9 de piñones que actúe sobre todos los elementos de fijación 8 de la pieza de pretensión (3).

20 En el ejemplo de las figuras 2a y 2b, donde la unión de las dos palas 2 se realiza a través de una pluralidad de pernos 1, se pretensan dichos pernos 1, midiéndose por ejemplo la distancia "a" entre cuñas de cada doble cuña 5 en una fase de posicionamiento previa que se realiza con un útil, no mostrado en los dibujos, que coloca las herramientas tensionadoras 10 de todos los pernos 1 en la misma disposición de partida.

25 Existen dos realizaciones prácticas para la configuración de la herramienta tensionadora: actuadores hidráulicos o actuadores eléctricos.

30 En el caso de utilizar actuadores hidráulicos éstos actúan simultáneamente sobre ambas cuñas de la doble cuña 5, tal y como se muestra en la figura 5. La cuña inferior y la superior avanzan simultáneamente para acercarse de forma coordinada.

35 En caso de utilizar actuadores eléctricos se puede proceder sobre los elementos de fijación de forma independiente o bien de forma conjunta. Los pasos en caso de herramienta eléctrica son los siguientes: 1º control fuerza, 2º y 3º control desplazamiento con asistencia eléctrica.

En la figura 6 se muestran las tres zonas de apriete descritas anteriormente. la fase no lineal al comienzo que se resuelve con un útil de posicionado, la fase de control de la deformación del perno 1 con actuación hidráulica o eléctrica y la tercera fase que es un control de la deformación del perno 1 con aplicación del par de apriete (de forma manual o eléctrica) para reducir la distancia entre las cuñas de la doble cuña 5.

En la realización preferente de la herramienta tensionadora 10 ésta es hidráulica. Tal y como se muestra en la figura 7, dicha herramienta tensionadora 10 comprende un cilindro hidráulico, preferentemente de efecto simple, que comprende un émbolo que actúa sobre la parte superior de la pieza de pretensión 3, es decir sobre la cuña superior. El cuerpo del cilindro, es decir la carcasa, está unido a través de una placa interfaz 12 y unos elementos de unión 13, dispuestos temporalmente, a la cuña inferior de la pieza de pretensión 3. Al avanzar el émbolo del cilindro hidráulico, la cuña superior desciende, empujada por el émbolo, y la placa interfaz 12 asciende arrastrando a la cuña inferior de forma coordinada. La reducción de la distancia "a" entre las dos cuñas de la doble cuña 5 se mide con un reloj comparador 14 que se mantiene solidario con una de las cuñas de la doble cuña 5, preferentemente la cuña superior, a través de la placa interfaz 12, y cuya punta de medición se encuentra en contacto con la cuña inferior.

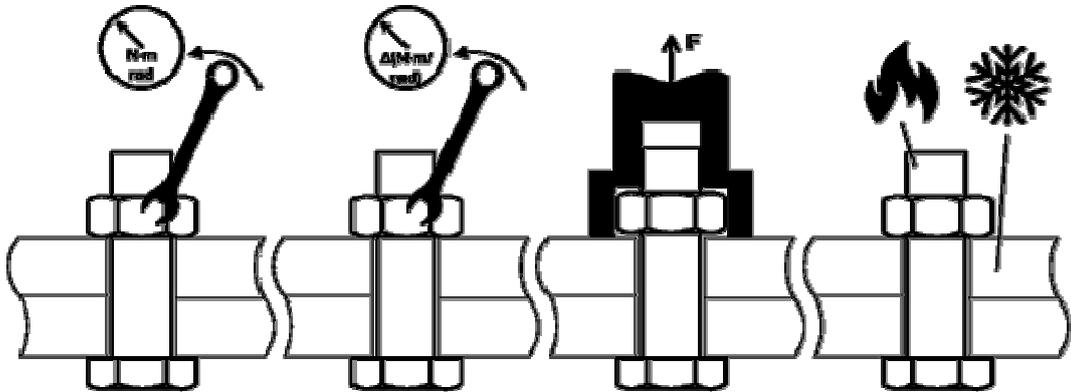
Una vez que se ha realizado el estirado o pretensado deseado del perno 1 correspondiente los elementos de unión 13 son desmontados al retirar la herramienta tensionadora 10 correspondiente. Aunque no es necesario fijar de nuevo las cuñas de la doble cuña 5 entre sí (ya que tras la operación de pretensado el conjunto formado por la doble cuña 5, las arandelas 6 y las piezas 2 a unir es muy estable), opcionalmente se podrían colocar elementos de fijación 8, por ejemplos tornillos, de forma permanente.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de control del pretensado de pernos (1), estando cada extremo de cada perno (1) roscado en una cavidad (4) respectiva de dos piezas (2) a unir entre sí, comprendiendo el perno (1) una pieza de pretensión (3) para el pretensado de dicho perno (1), comprendiendo la pieza de pretensión (3) una doble cuña (5) formada por dos cuñas que abrazan el perno (1), una arandela (6) a cada lado de la doble cuña (5) que se apoya sobre dicha doble cuña (5) a través de una cara inclinada respectiva, y elementos de fijación (8,) que fijan las cuñas de la doble cuña (5) una vez alcanzado la precarga deseada, llevándose a cabo el pretensado mediante una herramienta tensionadora (10) que actúa sobre la pieza de pretensión (3), reduciendo la distancia (a) entre cuñas de la doble cuña (5) aumentando la distancia (b) entre las piezas (2) a unir para su pretensado, y se reduce la distancia (c) entre los extremos de las cuñas y las arandelas (6), **caracterizado porque** en el sistema de control se mide al menos una de las distancias (a, b, c) que varía durante el apriete del perno (1), actuando dicha herramienta tensionadora (10) en función de dicha distancia (a, b, c) medida.
- 10
- 15
- 20 2. Sistema de control según la reivindicación 1, en donde es la propia herramienta tensionadora (10) la que lleva a cabo la medición de la al menos una distancia (a, b, c) durante el apriete.
- 25 3. Sistema de control según la reivindicación 1 o 2, en donde el pretensado del perno (1) se lleva a cabo en tres fases, en donde la primera fase es una fase no lineal de pre-apriete, la segunda es una fase de deformación del perno (1) hasta alcanzar una precarga objetivo intermedia, y la tercera es una fase de deformación del perno (1) y control de par hasta la precarga final.
- 30 4. Sistema de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el tensionado del perno (1) se lleva a cabo de forma secuencial sobre los elementos de apriete (8).
- 35 5. Sistema de control según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el tensionado del perno (1) se lleva a cabo simultáneamente sobre todos los elementos

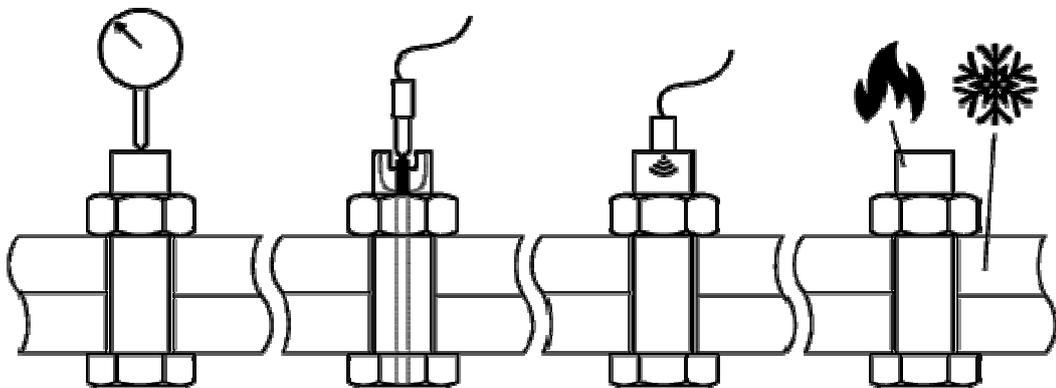
de apriete (8) mediante un complemento (9) que actúa sobre todos los elementos de apriete (8).

- 5
6. Sistema de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde se pretensan una pluralidad de pernos (1), midiéndose la distancia (a) entre cuñas de cada doble cuña (5) en una fase de posicionamiento previa que se realiza con un útil que coloca las herramientas tensionadoras (10) de todos los pernos (1) en la misma disposición de partida.
- 10
7. Sistema de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la herramienta tensionadora (10) es una herramienta hidráulica o eléctrica.
- 15
8. Sistema de control según la reivindicación 7, en donde la herramienta tensionadora (10) es un cilindro hidráulico, preferentemente de efecto simple, que comprende un émbolo que actúa sobre la cuña superior de la doble cuña (5) de la pieza de pretensión (3), estando la cuña inferior de la doble cuña (5) conectada con una placa interfaz (12) comprendida en el cilindro hidráulico (10), a través de unos elementos de unión (13) de modo que al avanzar el émbolo del cilindro (10) la cuña superior desciende empujada por el émbolo y la cuña inferior asciende arrastrada por la placa
- 20
- interfaz (12) que se mueve solidaria a la carcasa del cilindro hidráulico (10).
- 25
9. Sistema de control según cualquiera de las reivindicaciones, en donde la distancia (a) entre cuñas es obtenida mediante un reloj comparador (14) que se mantiene solidario con una de las cuñas de la doble cuña (5) y cuya punta medidora se apoya sobre la otra cuña de dicha doble cuña (5).



Estado anterior de la técnica

Fig.1a



Estado anterior de la técnica

Fig.1b

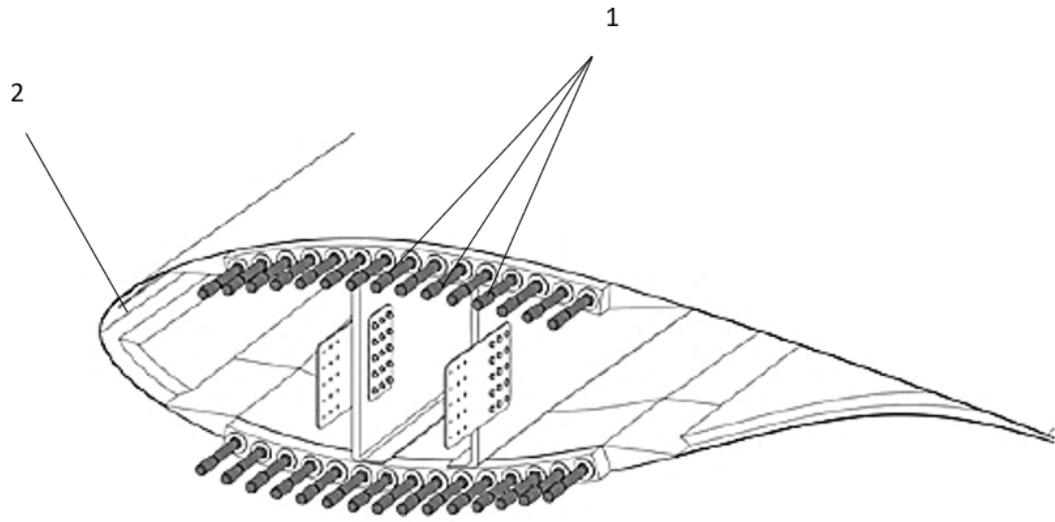


Fig. 2a

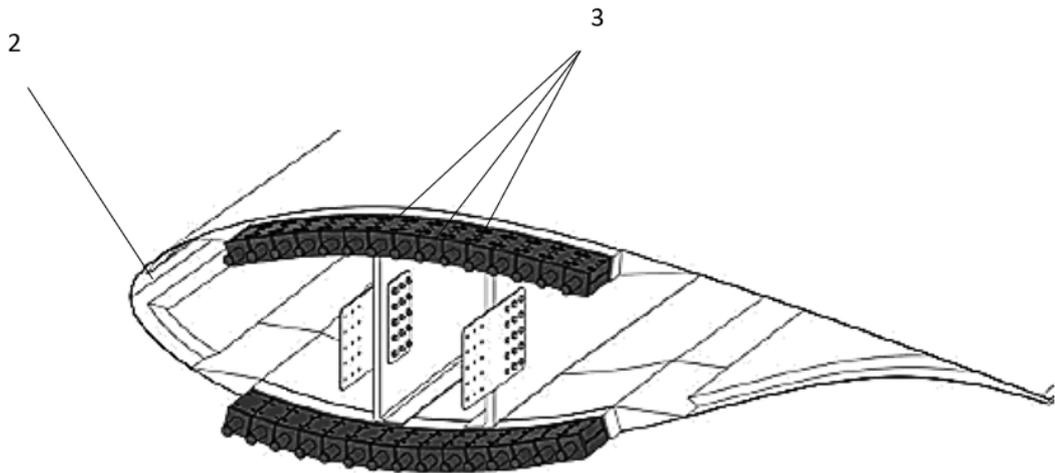


Fig. 2b

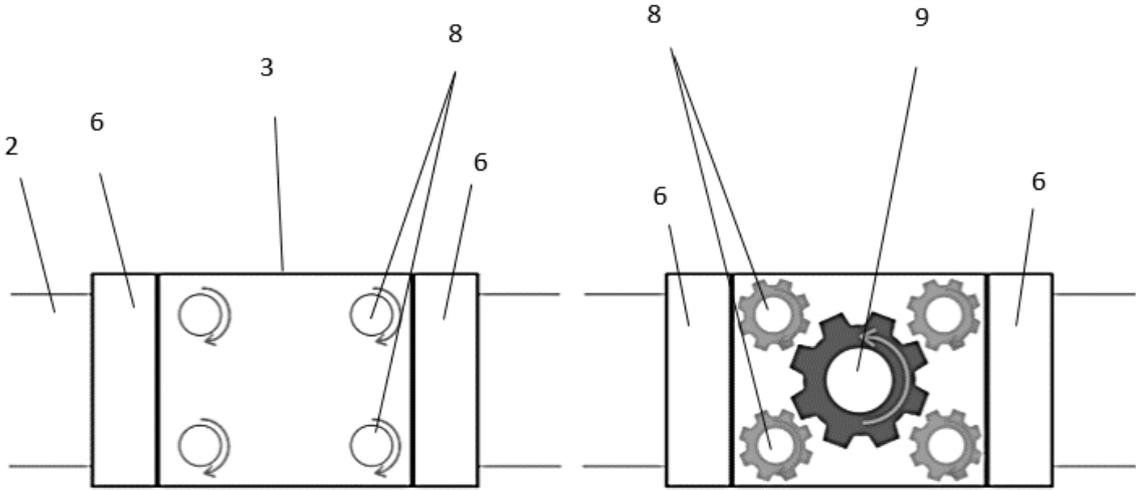


Fig. 4a

Fig. 4b

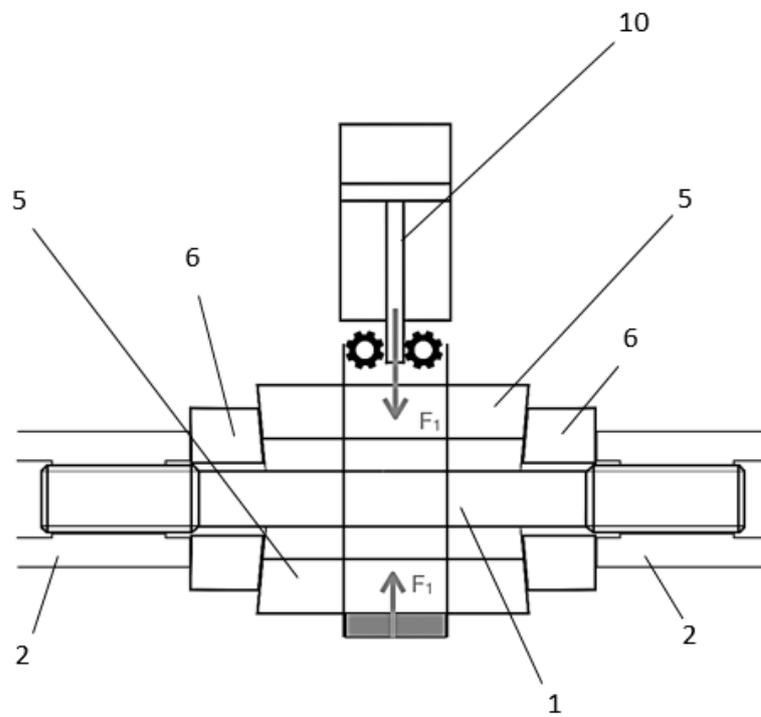


Fig. 5

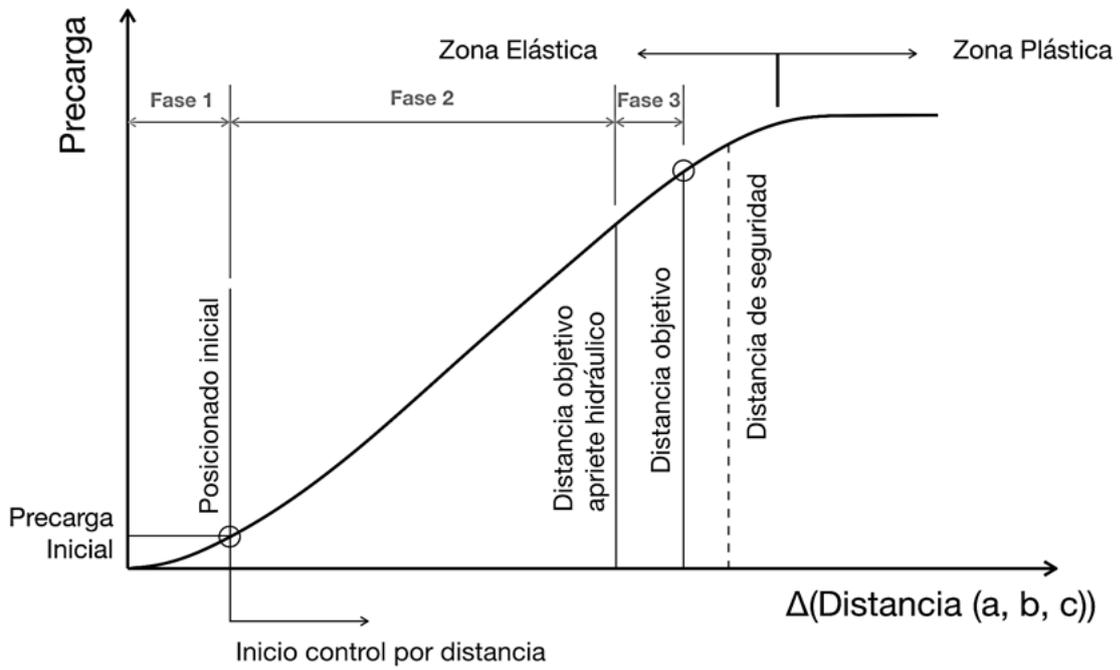


Fig. 6

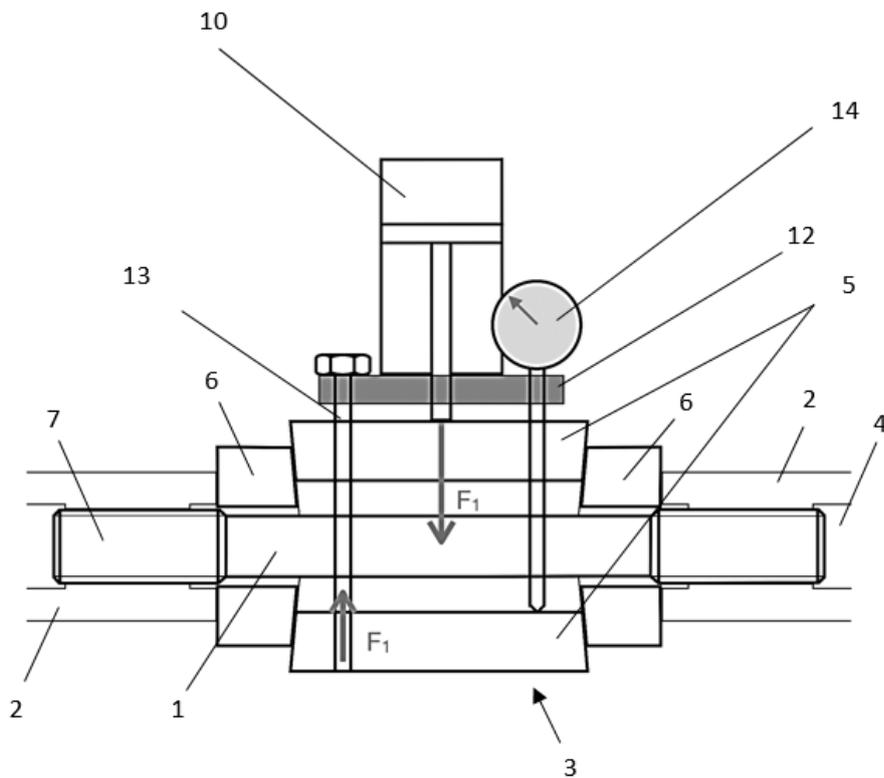


Fig. 7