

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 011 132**

51 Int. Cl.:

**B23P 19/06** (2006.01)

**F03D 13/10** (2006.01)

**F03D 17/00** (2006.01)

**G01B 11/06** (2006.01)

**E04H 12/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.09.2022 E 22196079 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2024 EP 4338883**

54 Título: **Método para detectar una posición de al menos un extremo del perno de al menos un perno**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.04.2025**

73 Titular/es:

**ADMEDE AB (100.00%)  
Nordenskiöldsgatan 24  
211 19 Malmö, SE**

72 Inventor/es:

**JAGD, LARS;  
JOHST, KENNETH y  
MARINITSCH, GERALD**

74 Agente/Representante:

**FERNÁNDEZ POU, Felipe**

ES 3 011 132 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

Método para detectar una posición de al menos un extremo del perno de al menos un perno

5 La presente invención se refiere a un método para detectar una posición de al menos un extremo del perno de al menos un perno de una serie de pernos dispuestos en una conexión de brida lineal o curvada, en donde los extremos de perno de los pernos dispuestos en la conexión de brida sobresalen más allá de la conexión de brida, con una cámara que es móvil a lo largo de la conexión de brida.

10 La invención se refiere además a un dispositivo de apriete para apretar una serie de tuercas previamente atornilladas en pernos, cuyos pernos se disponen en una conexión de brida lineal o curvada, que comprende una cámara y una unidad informática conectada a la cámara.

15 En el campo de la producción moderna de energía, las turbinas eólicas desempeñan un papel esencial para proporcionar energía renovable, sostenible y limpia para el mercado de la energía. Las turbinas eólicas comprenden una torre, en la que se monta un rotor, que se conecta a un generador eléctrico. La torre puede alcanzar una altura de 100 metros, 150 metros o incluso más, en dependencia de los requisitos específicos resultantes de, entre otros, la ubicación de la turbina eólica. La torre consiste en varios segmentos de tubo con una longitud de, por ejemplo, 20 metros o 30 metros. Estos segmentos se conectan mediante conexiones de brida circulares a cada lado de los  
20 segmentos del tubo. Durante la erección de la turbina eólica en el sitio, los segmentos de tubo se ensamblan y se conectan con las conexiones de bridas circulares con pernos y tuercas. Se necesitan grandes cantidades de pernos, típicamente en los cientos, de gran tamaño para establecer la rigidez y resistencia requeridas de las conexiones. Para lograr la rigidez y resistencia definidas apropiadas en las juntas, todos los pernos deben fijarse con una precarga o par de apriete predefinido, y de acuerdo con un patrón de apriete de pernos específico.

25 Previamente, esta operación se realizó manualmente, mediante el uso de llaves de torsión o herramientas similares. Por lo tanto, la construcción de torres de turbinas eólicas fue muy intensiva en mano de obra. Para acelerar la construcción, se desarrollaron robots que realizaron la secuencia de apriete de pernos automáticamente. Documento EP 2 607 685 A1 describe un robot para atornillar una serie de pernos de tuercas en una conexión de brida circular de una turbina eólica. Este robot comprende al menos dos ruedas y un accionamiento para transportar el robot a lo largo de la serie de pernos de tuerca y una herramienta para atornillar un perno de tuerca con un par de apriete predefinido. Esta transmisión usada en este robot es una transmisión por correa, que interactúa con una pared lateral de la torre para impulsarse hacia adelante. Para lograr suficiente fricción con la pared lateral, se proporcionan varios electroimanes para presionar la transmisión de la correa contra la pared lateral. Usar la pared lateral como medio para  
30 propulsar el robot hacia adelante es beneficioso, porque no se pueden encontrar obstáculos como virutas de metal, otras herramientas o más obstrucciones en la pared lateral.

35 Sin embargo, para que tales robots logren su función deseada de aplicar automáticamente el torque a los diferentes pernos de la conexión de brida a un torque específico, y por lo tanto logren una fuerza de sujeción definida en la conexión de brida, el robot tiene que agarrar y manipular automáticamente los diferentes pernos de la conexión de pernos. Por lo tanto, los pernos deben disponerse previamente en la conexión de brida en una posición específica. En detalle, los extremos de los pernos superiores de los diferentes pernos deben alinearse dentro de un cierto intervalo de tolerancia a un nivel por encima de la conexión de brida para que el robot funcione correctamente.

45 Esta alineación de pernos se ha verificado previamente manualmente, por ejemplo, midiendo manualmente la altura de los pernos que sobresalen por encima de la conexión de brida. Sin embargo, este proceso es muy laborioso y consume mucho tiempo, así como también es propenso a errores de medición. Si, por ejemplo, un perno no se coloca adecuadamente, el proceso de apretar los pernos con el robot puede no realizarse adecuadamente o en absoluto, lo que requiere una mayor interacción del usuario en el proceso de apretar el perno. Además, con fines de control de  
50 calidad, es conveniente documentar las diferentes etapas del proceso de apriete, que incluye la alineación adecuada de los pernos.

El problema técnico de la presente invención es, por lo tanto, proporcionar un método para detectar una posición de al menos un extremo del perno de al menos un perno de una serie de pernos dispuestos en una conexión de brida  
55 lineal o curvada, en donde los extremos de perno sobresalen más allá de la conexión de brida, con una cámara que es móvil a lo largo de la conexión de brida, que permite la detección automática de la colocación correcta de los pernos.

60 Estado de la técnica SUN JUNHUA y otros: "A Fast Bolt-Loosening Detection Method of Running Train's Key Components Based on Binocular Vision", XP011716066 y la técnica anterior XIE YANXIA y otros: "On-line bolt-loosening detection method of key components of running trains using binocular vision", XP060098587 describen un método para detectar una posición de al menos un extremo del perno de al menos un perno de una serie de pernos dispuestos en una conexión de brida lineal o curvada con una cámara. El problema es que estos métodos no permiten verificar y documentar el proceso de apriete.

65 Este problema se resuelve mediante la provisión de un método para detectar una posición de al menos un extremo del perno de al menos un perno de una serie de pernos de acuerdo con el tema de la reivindicación 1, y un dispositivo

de apriete para apretar una serie de tuercas previamente atornilladas en pernos de acuerdo con el tema de la reivindicación 5.

El método para detectar una posición de al menos un extremo del perno de al menos un perno de una serie de pernos dispuestos en una conexión de brida lineal o curvada, en donde los extremos de perno de los pernos dispuestos en la conexión de brida sobresalen más allá de la conexión de brida, con una cámara que es móvil a lo largo de la conexión de brida de acuerdo con la invención comprende una serie de etapas. Estas etapas incluyen definir un primer nivel de extremo del perno a una primera distancia de la conexión de brida y definir un primer intervalo de tolerancia que rodea el primer nivel de extremo del perno.

Adicionalmente, el método de acuerdo con la invención incluye detectar la posición del extremo del perno de al menos un perno dispuesto en la conexión de brida con la cámara y determinar si la posición del extremo del perno de al menos un perno se ubica dentro del primer intervalo de tolerancia que rodea el nivel del primer extremo del perno. Al implementar el método de acuerdo con la invención, se verifica una posición de al menos un perno dentro de la conexión de brida mediante el uso de la cámara. Se comprueba si el saliente sobresale a una distancia predefinida sobre la conexión de brida mediante la comparación de la posición del extremo del perno del perno con un nivel de extremo del perno predefinido. Una ventaja del método de acuerdo con la invención consiste en que la posición del perno puede verificarse y guardarse para propósitos de control de calidad.

Además, por lo tanto, se garantiza que un dispositivo de apriete de pernos, ya sea operado manualmente o automáticamente, puede agarrar el perno y realizar una operación de tensión de pernos deseada después de que se haya verificado la posición del perno con el método de acuerdo con la invención.

De acuerdo con una modalidad preferida del método de acuerdo con la invención, la cámara se mueve a lo largo de la conexión de brida, y la posición del extremo del perno de cada perno de la conexión de brida se detecta con la cámara, y para cada perno de la conexión de brida se determina si la posición del extremo del perno del perno respectivo se ubica dentro del primer intervalo de tolerancia que rodea el primer nivel del extremo del perno. Esto conduce a la ventaja de que los pernos dispuestos en la conexión de brida pueden apretarse en serie y rápidamente, por ejemplo, mediante el empleo de un robot de apriete de pernos.

El método de acuerdo con la invención también incluye alargar al menos un perno de la conexión de brida mediante la aplicación de una fuerza sobre el perno en una dirección axial del perno, apretar una tuerca de bloqueo roscada sobre el perno mientras se aplica la fuerza sobre el perno y liberar la fuerza sobre el perno. Esto constituye el procedimiento de apriete de pernos mediante el uso de un proceso de alargamiento de pernos. Para verificar los resultados del procedimiento de apriete de perno, el método de acuerdo con la invención incluye además definir un segundo nivel de extremo del perno a una segunda distancia de la conexión de brida, en donde la segunda distancia es mayor que la primera distancia, definir un segundo intervalo de tolerancia que rodea el segundo nivel de extremo del perno y después de alargar el perno, apretar la tuerca de bloqueo y liberar la fuerza sobre el perno, detectar la posición del extremo del perno del perno con la cámara. Adicionalmente, el método de acuerdo con la invención incluye determinar si la posición del extremo del perno se ubica dentro del segundo intervalo de tolerancia que rodea el nivel del segundo extremo del perno. Al verificar el resultado del proceso de alargamiento del perno de esta manera, puede generarse una documentación confiable del procedimiento de alargamiento y apriete del perno.

Preferentemente, cada perno de la conexión de brida se alarga aplicando una fuerza sobre cada perno en una dirección axial de los pernos. Esto se sigue preferentemente apretando una tuerca de bloqueo roscada en cada perno mientras se aplica la fuerza en el perno respectivo y se libera la fuerza en el perno respectivo. Por lo tanto, cada perno de la conexión de brida se aprieta, lo que garantiza una conexión rígida y una distribución uniforme de la fuerza de sujeción a lo largo de la conexión de brida. De acuerdo con la modalidad preferida del método de acuerdo con la invención, la cámara se mueve a lo largo de la conexión de brida, y se determina con la cámara si la posición de los extremos de los pernos de cada uno de los pernos se ubica dentro del segundo intervalo de tolerancia que rodea el segundo nivel de extremo del perno, después de que el perno respectivo se haya alargado, la tuerca de bloqueo se haya apretado y la fuerza que actúa sobre el perno se haya liberado. Por lo tanto, el resultado del proceso de alargamiento y apriete puede verificarse mediante el uso del método de acuerdo con la invención para cada uno de los pernos de la conexión de brida.

El problema técnico de la invención también se resuelve mediante la provisión de un dispositivo de apriete para apretar una serie de tuercas de bloqueo previamente atornilladas en pernos, cuyos pernos se disponen en una conexión de brida lineal o en curva, que comprende una cámara y una unidad informática conectada a la cámara. La unidad informática se configura para ejecutar el método de acuerdo con la invención.

De acuerdo con una modalidad preferida del dispositivo de apriete de acuerdo con la invención, el dispositivo de apriete comprende una unidad de propulsión para mover el dispositivo de apriete a lo largo de la conexión de brida. Esto permite que el dispositivo de apriete verifique automáticamente el posicionamiento de cada uno de los pernos antes de la operación de apriete, y verifique el resultado de la operación de apriete para cada uno de los pernos.

El dispositivo de apriete comprende preferentemente además una unidad de apriete de tuerca de bloqueo para apretar las tuercas de bloqueo roscadas en los pernos, y dos unidades de propulsión dispuestas en lados esencialmente opuestos de la unidad de apriete de tuerca de bloqueo.

5 El método y el dispositivo de apriete de acuerdo con la invención, así como también las modalidades preferidas y alternativas, se describirán en la presente descripción a continuación con referencia a las figuras.

La Figura 1 muestra una serie de tres pernos con tuercas de bloqueo, en donde los pernos comprenden extremos de pernos dispuestos a diferentes alturas.

10

La Figura 2a muestra un perno con una tuerca de bloqueo.

La Figura 2b muestra el perno de la Figura 1a después de que se haya alargado y se haya apretado la tuerca de bloqueo.

15

La Figura 3 muestra una vista en perspectiva de un dispositivo de sujeción de acuerdo con la invención

La Figura 4 muestra una sección transversal del dispositivo de sujeción de acuerdo con la Figura 3.

20 El método para detectar una posición de al menos un extremo del perno 1 de al menos un perno 2 de una serie de pernos 2 dispuestos en una conexión de brida lineal o curvada 3 se describe en la presente descripción mediante el uso de las Figuras 1, 2a y 2b. Los tres pernos 2 representados en la Figura 1 comprenden cada uno un extremo del perno 1, y una tuerca de bloqueo 4 se atornilla en cada perno 2. Los pernos 2 se disponen en la conexión de brida lineal o curva 3, que no se muestra en la Figura 1, pero puede verse en la Figura 3. Las tuercas de bloqueo 4 en la

25 Figura 1 no se han apretado, y los extremos del perno 1 descansan a diferentes alturas, lo que conduce a diferentes longitudes de rosca que sobresalen por encima de las tuercas de bloqueo 4 y, por lo tanto, la conexión de brida 3, contra la que se apoyan las tuercas de bloqueo 4. El método de acuerdo con la invención utiliza una cámara 5, que es móvil a lo largo de la conexión de brida 3, y que tampoco se muestra en la Figura 1, pero que puede verse en la Figura 3. El método de acuerdo con la invención comprende las etapas de definir un primer nivel de extremo del perno 6 a una primera distancia  $d_1$  de la conexión de brida 3 y que define un primer intervalo de tolerancia  $t_i$  que rodea el primer nivel de extremo del perno 6. El primer nivel de extremo del perno 6 y el primer intervalo de tolerancia  $t_i$  que rodea el primer nivel de extremo del perno 6 se muestran en la Figura 1, así como también la primera distancia  $d_1$ . Como puede verse en la Figura 1, el extremo del perno 1 del perno 2 en el medio está correctamente posicionado dentro del intervalo de tolerancia  $t_i$  que rodea el primer nivel de extremo del perno 6, mientras que el extremo del perno 1 del perno 2 izquierdo se coloca demasiado bajo y el extremo del perno 1 del perno 2 derecho se coloca demasiado alto. La posición del extremo del perno 1 del al menos un perno 2 dispuesto en la conexión de brida 3 se detecta con la cámara 5 en el método de acuerdo con la invención. Por último, se determina si la posición del extremo del perno 1 de al menos un perno 2 se ubica dentro del primer intervalo de tolerancia  $t_i$  que rodea el primer nivel de extremo del perno 6. En la

40 Figura 1 solo se coloca correctamente el perno central 2. Mediante el empleo de este método, puede proporcionarse una validación automatizada fácil y simple de las posiciones de los pernos 3. La imagen generada por la cámara 5, o los datos sobre la colocación correcta o incorrecta de los pernos 2 pueden, por ejemplo, guardarse en una unidad de memoria conectada a la cámara 5. El análisis y la determinación de si la posición del extremo del perno 1 del al menos un perno 2 se ubica dentro del primer intervalo de tolerancia  $t_i$  que rodea el nivel 6 del extremo del perno 1 se puede realizar mediante una unidad informática conectada a la cámara 5, que también puede comprender la unidad de memoria, mediante el empleo de métodos de análisis de imágenes como el análisis de contraste. Los datos sobre la colocación correcta del perno 2 pueden almacenarse, por ejemplo, con fines de control de calidad. Además, si el método de acuerdo con la invención conduce a la determinación de que al menos un perno 2 dentro de la conexión de brida 3 se coloca incorrectamente, pueden tomarse medidas para corregir la colocación del perno 2. Preferentemente, en el método de acuerdo con la invención la cámara 5 se mueve a lo largo de la conexión de brida

50 3, y la posición del extremo del perno 1 de cada perno 2 de la conexión de brida 3 se detecta con la cámara 5, y para cada perno 2 de la conexión de brida 3 se determina si la posición del extremo del perno 1 del perno 2 respectivo se ubica dentro del primer intervalo de tolerancia  $t_i$  que rodea el primer nivel de extremo del perno 6. Una ventaja del método de acuerdo con la invención consiste en que no es necesario una medición manual que consume tiempo de la longitud de los pernos 2 que sobresalen de la conexión de brida 3.

55

Después de que la posición del perno 2 se haya validado como se describió anteriormente, el método de acuerdo con la invención incluye alargar al menos un perno 2 de la conexión de brida 3 mediante la aplicación de una fuerza sobre el perno 2 en una dirección axial del perno 2 y apretar la tuerca de bloqueo 4 roscada sobre el perno 2 mientras se aplica la fuerza sobre el perno 2. Finalmente, el método de acuerdo con la invención incluye la etapa de liberar la fuerza que actúa sobre el perno 2. La Figura 2a muestra un perno 2 con su tuerca de bloqueo 4 antes del proceso de alargamiento y apriete como se describió anteriormente. La Figura 2b muestra el perno 2 después de que se haya apretado la tuerca de bloqueo 4, y la fuerza que actúa sobre el perno 2 se ha liberado. Esto conduce a un par de apriete claramente definido mediante el cual la tuerca de bloqueo 4 se sujeta y una fuerza de sujeción definida con precisión que actúa sobre la conexión de brida 3.

65

Además, de acuerdo con el método de acuerdo con la invención, el método comprende definir un segundo nivel de extremo del perno 7 a una segunda distancia  $d_2$  de la conexión de brida 3, en donde la segunda distancia  $d_2$  es mayor que la primera distancia  $d_1$  y definir un segundo intervalo de tolerancia  $t_2$  que rodea el segundo extremo del perno nivel 7. Después de alargar el perno 2, se aprieta la tuerca de bloqueo 4, se libera la fuerza que actúa sobre el perno 2 y se detecta la posición del extremo del perno 1 del perno 2 con la cámara 5. Típicamente, la diferencia entre la primera distancia  $d_1$  y la segunda distancia  $d_2$  es de aproximadamente 1 mm, pero generalmente depende del material y las dimensiones del perno. Finalmente, se determina si la posición del extremo del perno 1 se ubica dentro del segundo intervalo de tolerancia  $t_2$  que rodea el segundo extremo del perno nivel 7. En la Figura 2b se puede ver que el extremo del perno 1 del perno 2 se ubica dentro del segundo intervalo de tolerancia  $t_2$ . Como se describió anteriormente con respecto al posicionamiento del perno 2 antes del proceso de alargamiento y apriete, el resultado final del proceso de alargamiento y apriete puede registrarse y validarse mediante el uso del método de acuerdo con la invención, preferentemente mediante el empleo de una unidad informática conectada a la cámara 5, que se programa para ejecutar el método de acuerdo con la invención. Los resultados pueden registrarse en un dispositivo de memoria, que está conectado a o es parte de la unidad informática. Típicamente, la cámara 5 graba imágenes a una resolución de 4000 x 4000 píxeles, con una altura de imagen de aproximadamente 15 cm. Un píxel puede corresponder a 0.0375 mm, lo que significa que 1 mm de alargamiento de perno corresponde a 26-27 píxeles.

Preferentemente, cada perno 2 de la conexión de brida 3 se alarga aplicando una fuerza sobre cada perno 2 en una dirección axial de los pernos 2, y la tuerca de bloqueo 4 roscada en cada perno 2 se aprieta mientras se aplica la fuerza sobre el perno 2 respectivo antes de liberar la fuerza sobre el perno 2 respectivo. Por la presente, todas las tuercas de bloqueo 4 de los pernos 2 de la conexión de brida 3 se aprietan con el valor de torque correcto. Además, de acuerdo con la modalidad preferida del método de acuerdo con la invención, la cámara 5 se mueve a lo largo de la conexión de brida 3 y se determina con la cámara 5 si la posición de los extremos del perno 1 de cada uno de los pernos 2 se ubica dentro del segundo intervalo de tolerancia  $t_2$  que rodea el segundo extremo del perno 7, después de que se haya alargado el perno 2 respectivo, se apriete la tuerca de bloqueo 4 y se libere la fuerza que actúa sobre el perno 2.

El dispositivo de apriete 10 de acuerdo con la invención para apretar una serie de tuercas de bloqueo 4 atornilladas previamente en pernos 2, cuyos pernos 2 se disponen en una conexión de brida lineal o curvada 3 se muestran en la figura 3 y la figura 4, y comprende la cámara 5, y la unidad informática conectada a la cámara 5, cuya unidad informática se configura para ejecutar el método de acuerdo con la invención. Como se describe con respecto al método, la unidad informática puede comprender o estar conectada a una unidad de memoria. El dispositivo de apriete 10 de acuerdo con la invención también puede comprender, de acuerdo con una modalidad preferida, una unidad de propulsión 11 para mover el dispositivo de apriete 10 a lo largo de la conexión de brida 3. Esto permite que el dispositivo de apriete 10 verifique automáticamente el posicionamiento de cada uno de los pernos 2 antes de la operación de apriete, y verifique el resultado de la operación de apriete para cada uno de los pernos 2. Preferentemente, el dispositivo de apriete 10 de acuerdo con la invención también comprende una unidad de apriete de tuerca de bloqueo 12 para apretar las tuercas de bloqueo 4 roscadas en los pernos 2, y dos unidades de propulsión 11 dispuestas en lados esencialmente opuestos de la unidad de apriete de tuerca de bloqueo 12. Además, el dispositivo de apriete 10 también puede comprender una unidad de alargamiento de pernos 13 para aplicar una fuerza sobre los pernos 2 en la dirección axial de los pernos 2.

REIVINDICACIONES

1. Método para detectar una posición de al menos un extremo del perno (1) de al menos un perno (2) de una serie de pernos (2) dispuestos en una conexión de brida lineal o curvada (3), en donde los extremos de perno (1) de los pernos (2) dispuestos en la conexión de brida (3) sobresalen más allá de la conexión de brida (3), con una cámara (5) que es móvil a lo largo de la conexión de brida (3), el método que comprende las etapas de:
  - Definir un primer nivel de extremo del perno (6) a una primera distancia ( $d_1$ ) de la conexión de brida (3);
  - definir un primer intervalo de tolerancia ( $t_1$ ) que rodea el primer nivel de extremo del perno (6);
  - Detectar la posición del extremo del perno (1) del al menos un perno (2) dispuesto en la conexión de brida (3) con la cámara (5);
  - determinar si la posición del extremo del perno (1) del al menos un perno (2) se ubica dentro del primer intervalo de tolerancia ( $t_1$ ) que rodea el primer nivel de extremo del perno (6); y caracterizado por
  - Alargar al menos un perno (2) de la conexión de brida (3) mediante la aplicación de una fuerza sobre el perno (2) en una dirección axial del perno (2);
  - Apretar una tuerca de bloqueo (4) roscada en el perno (2) mientras se aplica la fuerza sobre el perno (2);
  - Liberar la fuerza sobre el perno (2);
  - Definir un segundo nivel de extremo del perno (7) a una segunda distancia ( $d_2$ ) de la conexión de brida (3), en donde la segunda distancia ( $d_2$ ) es mayor que la primera distancia ( $d_1$ );
  - Definir un segundo intervalo de tolerancia ( $t_2$ ) que rodea el segundo nivel de extremo del perno (7);
  - Después de alargar el perno (2), apretar la tuerca de bloqueo (4) y liberar la fuerza sobre el perno (2),
  - detectar la posición del extremo del perno (1) del perno (2) con la cámara (5);
  - Determinar si la posición del extremo del perno (1) se ubica dentro del segundo intervalo de tolerancia ( $t_2$ ) que rodea el segundo nivel de extremo del perno (7).
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la cámara (5) se mueve a lo largo de la conexión de brida (3), y la posición del extremo del perno (1) de cada perno (2) de la conexión de brida (3) se detecta con la cámara (5), y para cada perno (2) de la conexión de brida (3) se determina si la posición del extremo del perno (1) del perno (2) respectivo se ubica dentro del intervalo de tolerancia ( $t_1$ ) que rodea el primer nivel de extremo del perno (6).
3. Método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende las etapas de:
  - Alargar cada perno (2) de la conexión de brida (3) mediante la aplicación de una fuerza sobre cada perno (2) en una dirección axial de los pernos (2);
  - Apretar una tuerca de bloqueo (4) roscada en cada perno (2) mientras se aplica la fuerza en el perno respectivo (2);
  - Liberar la fuerza sobre el perno respectivo (2);
4. Método de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la cámara (5) se mueve a lo largo de la conexión de brida (3) y se determina con la cámara (5) si la posición de los extremos de los pernos (1) de cada uno de los pernos (2) se ubica dentro del segundo intervalo de tolerancia ( $t_2$ ) que rodea el segundo nivel de extremo del perno (7), después de que se haya alargado el perno respectivo (2), se apriete la tuerca de bloqueo (4) y se libere la fuerza que actúa sobre el perno (2).
5. Dispositivo de apriete (10) para apretar una serie de tuercas de bloqueo (4) previamente roscadas en pernos (2), cuyos pernos (2) se disponen en una conexión de brida lineal o curvada (3), que comprende una cámara (5), y una unidad informática conectada a la cámara (5), caracterizado porque la unidad informática (5) se configura para ejecutar un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.
6. Dispositivo de apriete (10) de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque el dispositivo de apriete (10) comprende una unidad de propulsión (11) para mover el dispositivo de apriete (10) a lo largo de la conexión de brida (3).
7. Dispositivo de apriete (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 o 6, caracterizado porque el dispositivo de apriete (1) comprende una unidad de apriete de tuerca de bloqueo (12) para apretar las tuercas de bloqueo (4) roscadas en los pernos (2), y dos unidades de propulsión (11) dispuestas en lados esencialmente opuestos de la unidad de apriete de tuerca de bloqueo (15).

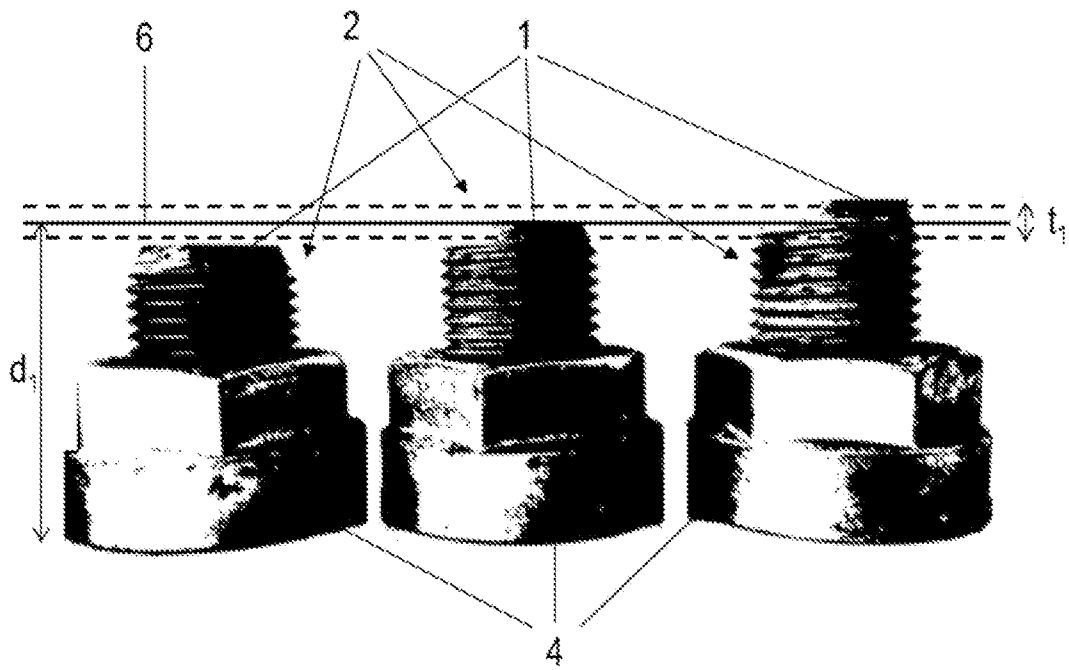


Figura 1

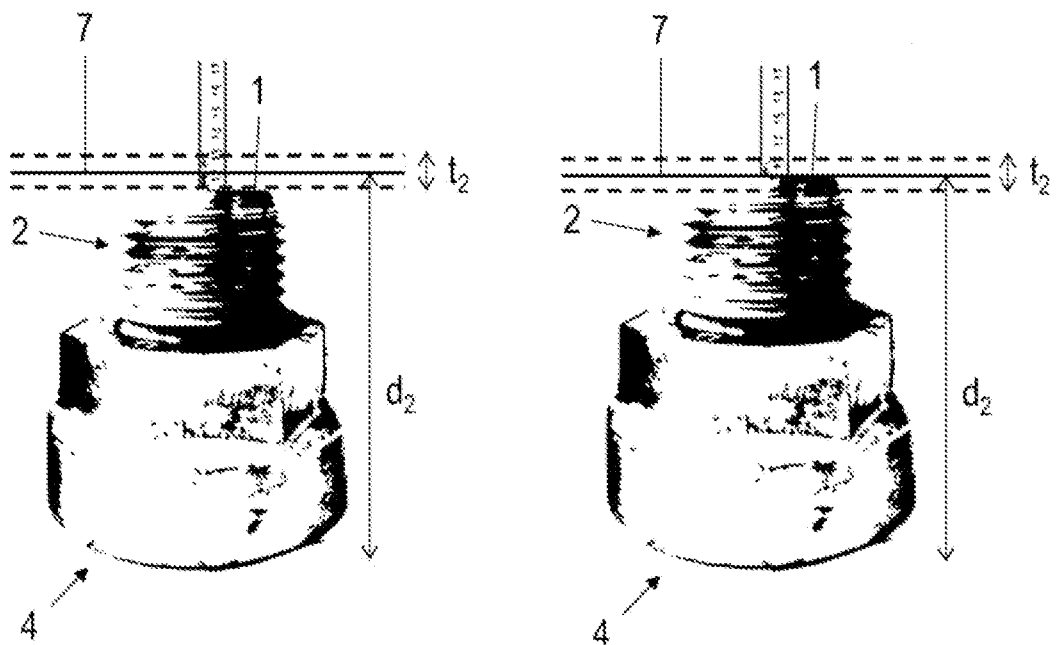


Figura 2a

Figura 2b

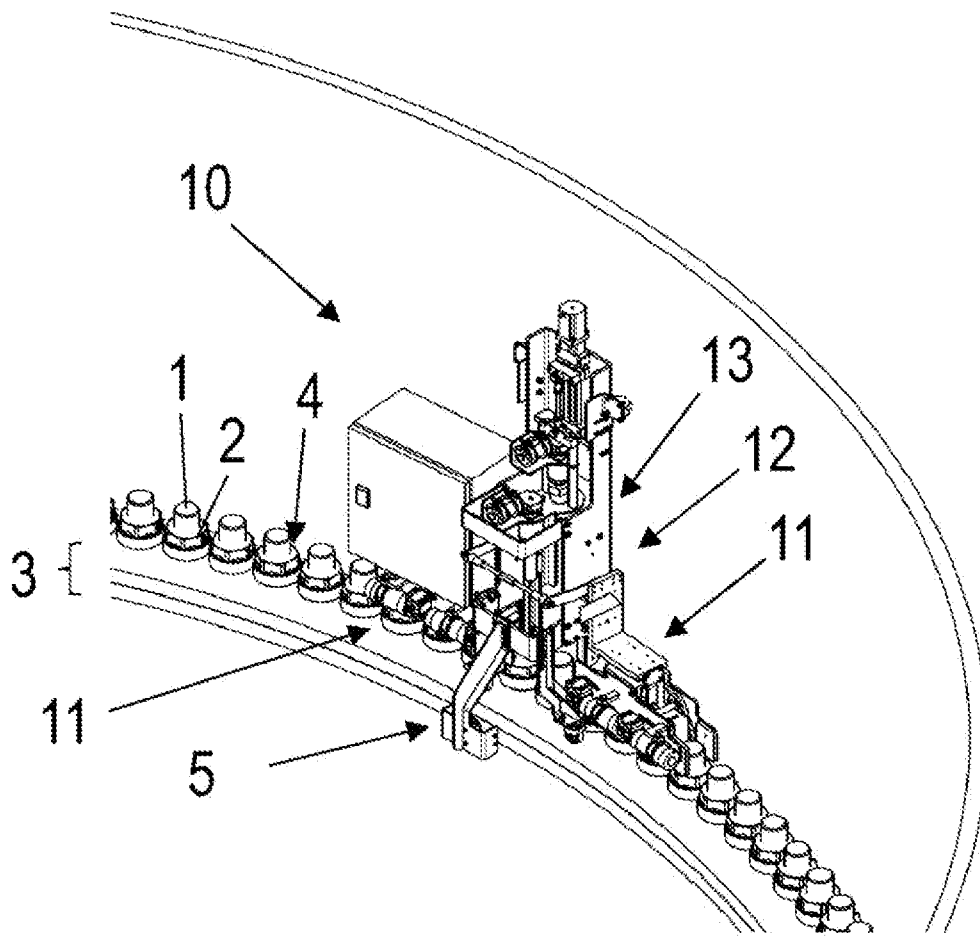


Figura 3

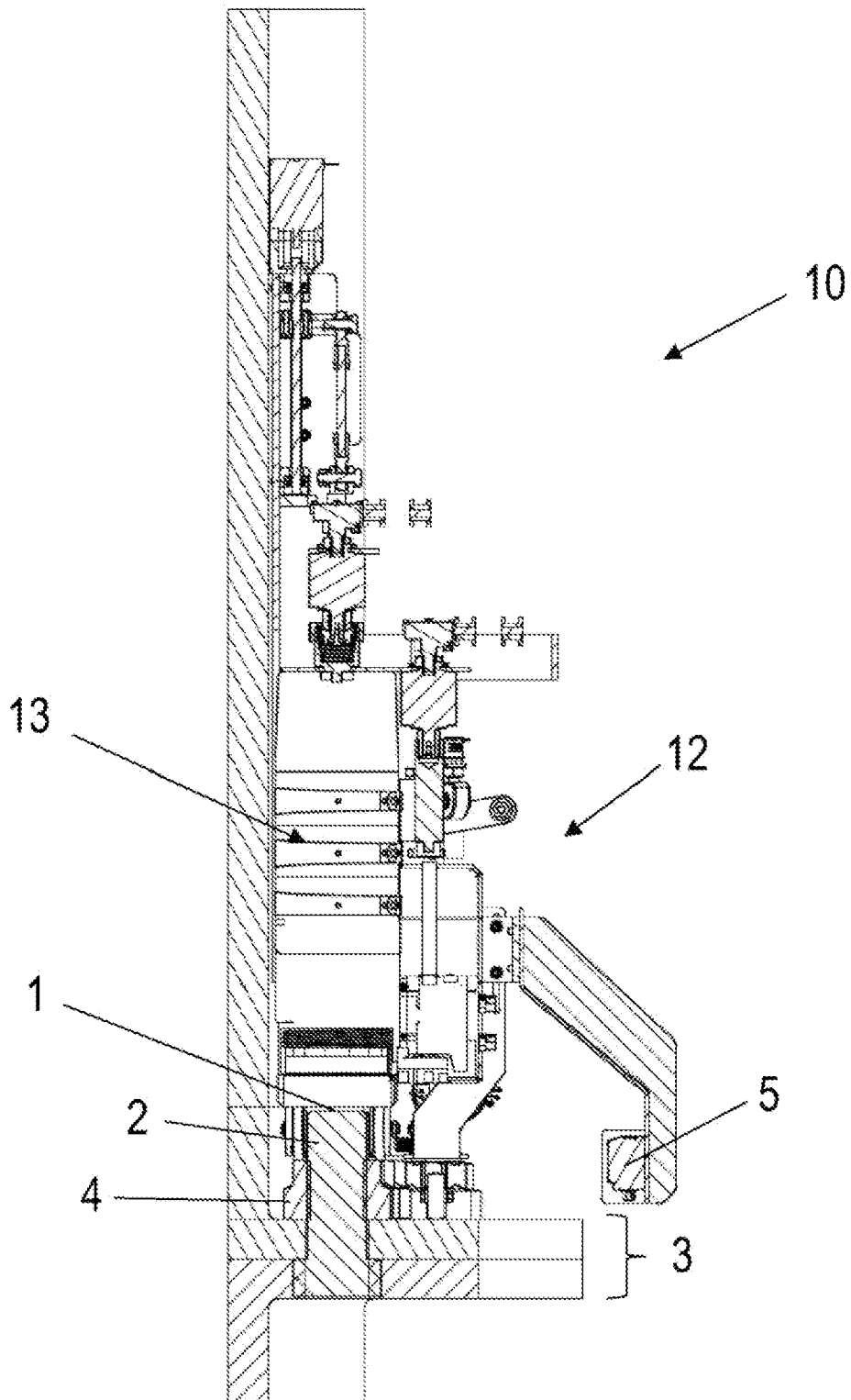


Figura 4