

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 973**

51 Int. Cl.:

**B25J 15/00** (2006.01)

**B25J 11/00** (2006.01)

**B23P 19/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.01.2016** **E 16152186 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019** **EP 3195991**

54 Título: **Robot con medios de posicionamiento para mover una herramienta a lo largo de una conexión de brida**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.12.2019**

73 Titular/es:

**ADMEDE AB (100.0%)**  
**Postbox 4424**  
**203 25 Malmö, SE**

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 733 973 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**

Robot con medios de posicionamiento para mover una herramienta a lo largo de una conexión de brida

5 La presente invención se refiere a un robot para apretar una serie de tuercas prerroscaadas en pernos dispuestos en una conexión de brida curvada particular o lineal, pernos que se proyectan desde las tuercas prerroscaadas en sustancialmente un plano de tuerca por una longitud de proyección, robot que comprende un dispositivo de accionamiento para mover el robot a lo largo de la conexión de brida curvada y una herramienta para apretar las tuercas con un par de fuerza predefinido ambos conectados a una plataforma de soporte.

10 La presente invención se refiere, además, a un método para apretar una serie de tuercas prerroscaadas en pernos dispuestos en una conexión de brida curvada particular o lineal con un robot, pernos que se proyectan desde las tuercas prerroscaadas en sustancialmente un plano de tuerca por una longitud de proyección y robot que comprende un dispositivo de accionamiento para mover el robot a lo largo de la conexión de brida curvada y una herramienta para apretar las tuercas con un par de fuerza predefinido ambos conectados a una plataforma de soporte.

15 Durante la construcción de edificios, máquinas, instalaciones, plantas o estructuras similares ha de apretarse grandes cantidades de conexiones de pernos, especialmente las dispuestas en conexiones de brida curvadas que implican grandes cantidades de pernos de gran tamaño. A menudo, esto ha de hacerse en lugares de acceso difícil o peligroso, como por ejemplo durante la construcción de turbinas eólicas, plataformas petrolíferas, oleoductos, etc. Además, se necesita un alto nivel de calidad con el fin de asegurar la rigidez y resistencia de tales conexiones.

20 Hoy en día, en tales conexiones de perno, las tuercas prerroscaadas se aprietan normalmente en los pernos manualmente. Por el presente documento, este procedimiento aplica una precarga especificada, habitualmente un par de fuerza predefinido, a las tuercas prerroscaadas. En general, se usan dos métodos diferentes para apretar las tuercas con un par de fuerza predefinido de este tipo: en el método de estiramiento de perno, se aplica tensión al perno estirando el perno mediante una elongación física y apretando la tuerca con un par de fuerza predefinido; en el método de llave dinamométrica, se aplica tensión al perno aplicando el par de fuerza predefinido a la tuerca con una llave dinamométrica. El método de estiramiento de perno se considera que proporciona una calidad más alta y, por tanto, se prefiere. No obstante, con el fin de obtener una elongación física del perno en una conexión de brida prerroscaada, el perno necesita afianzarse o fijarse en su porción fileteada y retirarse de la brida de manera que la tuerca pueda apretarse. Dado que el enganche de una herramienta con la porción fileteada del perno demanda cautela y precisión muy altas, el procedimiento de apriete se hace manualmente. Por tanto, tales procedimientos de apriete manuales son muy arriesgados, requieren mucho tiempo, son costosos y, además, difíciles de automatizar.

25 El documento EP 2 607 685 B1 da a conocer un robot para atornillar una serie de pernos con tuerca en una conexión de brida circular de junta de una turbina eólica. El robot puede portar una herramienta para atornillar pernos con tuerca con un par de fuerza predefinido y un sensor de posición para posicionar la herramienta por encima de la tuerca perno que va a atornillarse.

30 Este robot conocido tiene la desventaja de que no puede alinear automáticamente una herramienta con los pernos de una manera tan precisa que pueda realizar el método de estiramiento de perno con el fin de apretar tuercas prerroscaadas en pernos dispuestos en una conexión de brida curvada.

35 El documento EP 2 671 673 A1 da a conocer un robot según el preámbulo de la reivindicación 1.

El documento US 4 879 927 A también da a conocer un robot relacionado con enroscar y desenroscar una tuerca.

40 Un objetivo de la invención presentada es proporcionar un robot para alinear automáticamente una herramienta, que puede elongar un perno y apretar una tuerca prerroscaada, con el perno de una manera tan precisa que evita el inconveniente del robot conocido.

45 Este objetivo se logra con un robot según la reivindicación 1. Un robot de este tipo comprende una herramienta que está construida para enroscar una tuerca de tensión en el perno y para elongar el perno y para apretar la tuerca prerroscaada con un par de fuerza predefinido con una rueda de apriete, y con un robot que comprende medios de posicionamiento para alinear sustancialmente el eje de la tuerca de tensión con el eje del perno para enroscar la tuerca de tensión en el perno.

50 Un objetivo de la invención presentada es, además, proporcionar un método para alinear automáticamente una herramienta de este tipo, que puede elongar un perno y apretar una tuerca prerroscaada, con el perno de una manera tan precisa que evita el inconveniente del robot conocido.

Este objetivo se logra con un método según la reivindicación 11 que comprende las siguientes etapas:

55 60 65 posicionar la herramienta de un modo para alinear sustancialmente el eje de una tuerca de tensión de la herramienta con el eje del perno;

enroscar la tuerca de tensión en el perno;

5 elongar el perno;

apretar la tuerca con el par de fuerza predefinido con una rueda de apriete de la herramienta.

10 El robot según la invención comprende la ventaja de que la herramienta es de extremos articulados mediante medios de conexión en una plataforma de montaje móvil soportada por la plataforma de soporte y sustancialmente móvil a lo largo del eje de la tuerca de tensión. Dado que los medios de conexión comprenden al menos un elemento redondeado para posibilitar el basculamiento de la herramienta, el eje de la tuerca de tensión puede alinearse con el eje del perno de manera muy precisa y suave. Por tanto, la herramienta puede hacerse descender en el perno de una manera bien controlada y totalmente automatizada.

15 En una realización ventajosa, el primer giro del hilo de la tuerca de tensión está formado para facilitar la inserción del hilo del perno. En este contexto, el primer giro del hilo de la tuerca de tensión comparado con un hilo métrico convencional comprende un chaflán mayor con un ángulo de gran pendiente para facilitar la inserción del hilo del perno. Además, al menos el primer giro del hilo de la tuerca de tensión comparado con un hilo métrico convencional puede comprender una sección transversal reducida por un desplazamiento paralelo de una de las paredes del hilo para crear más espacio libre. Por tanto, cuando se hace descender la herramienta en el perno, el hilo del perno puede insertarse en la tuerca de tensión más fácilmente y con riesgo reducido de daño de hilo.

20 Estas y más realizaciones ventajosas de la invención se explicarán basándose en la siguiente descripción y los dibujos adjuntos. El experto en la técnica entenderá que pueden combinarse diversas realizaciones.

25 La figura 1 muestra en una vista en perspectiva un robot según una primera realización de la invención.

La figura 2 muestra en una vista en perspectiva el robot según una segunda realización de la invención.

30 La figura 3A muestra el detalle A de la figura 2.

La figura 3B muestra el detalle B de la figura 2.

35 La figura 4 muestra en una vista desde arriba una sección paralela al plano de tuerca de la figura 2.

La figura 5A muestra en una sección transversal paralela a un eje de perno una abrazadera de guiado en forma de U invertida en una primera realización.

40 La figura 5B muestra en una sección transversal paralela a un eje de perno una abrazadera de guiado en forma de U invertida en una segunda realización.

La figura 6 muestra en una vista en perspectiva el robot según una tercera realización de la invención.

45 La figura 7 muestra el detalle C de la figura 6.

La figura 8 muestra en una sección transversal paralela a un eje de perno el robot de la figura 6.

La figura 9 muestra el detalle D de la figura 8.

50 La figura 10 muestra en una sección transversal a lo largo de E-E (figura 11B) una tuerca de tensión.

La figura 11A muestra en una sección longitudinal a lo largo de F-F la tuerca de tensión de la figura 10.

55 La figura 11B muestra en una sección longitudinal a lo largo de G-G la tuerca de tensión de la figura 10.

La figura 12A muestra el detalle H de la figura 11B.

La figura 12A muestra el detalle I de la figura 11B.

60 La figura 1 muestra un robot 1 según una primera realización de la invención. En esta realización, el robot 1 se usa para apretar tuercas 2 prerroscaadas en pernos 3 dispuestos en una conexión de brida curvada 4. La conexión de brida curvada 4 se sitúa de manera cercana junto a una pared 5. Esta pared 5 puede ser, por ejemplo, una pared de un segmento de tubo de una torre de turbina eólica. El robot 1 comprende una plataforma de soporte 6, un dispositivo de accionamiento para mover el robot 1 a lo largo de la conexión de brida curvada 4, una plataforma de montaje móvil 7, una placa superior 8, mientras que la plataforma de montaje móvil 7 y la placa superior 8 se soportan por la plataforma de soporte 6. El robot 1 comprende, además, un sistema de control de robot 9 para

controlar el procedimiento de apriete y para almacenar y registrar parámetros, y una herramienta 10 para estirar cada perno 3 con una fuerza predefinida y apretar posteriormente la correspondiente tuerca 2 con un par de fuerza predefinido.

5 La figura 2 muestra el robot 1 según una segunda realización de la invención. Por motivos de claridad la conexión de brida curvada 4 no se muestra. En esta realización, el robot 1 comprende la plataforma de soporte 6 y el dispositivo de accionamiento. El dispositivo de accionamiento comprende medios de sostén 11, mostrados en más detalle en la figura 3A, y un elemento de accionamiento 12, mostrado en más detalle en la figura 3B. Además, la figura 4 muestra en una vista desde arriba una sección paralela a un plano de tuerca 13. El plano de tuerca 13 es sustancialmente perpendicular a ejes de perno 14. En la figura 4, el plano de tuerca 13 coincide con el plano de imagen. Las tuercas 2 están prerroscaadas en sustancialmente el plano de tuerca 13 y los pernos 3 se proyectan desde las tuercas 2 por una longitud de proyección 15. Sustancialmente en el plano de tuerca 13 significa que hay una tolerancia particular que permite que algunas o las tuercas 2 estén prerroscaadas en los pernos 3 un poco más que otras.

15 En la segunda realización, los medios de sostén 11 del robot 1 comprenden dos pares de carriles de guiado 16 y 17, ambos conectados a la plataforma de soporte 6 y separados entre sí. En principio, el robot 1 trabaja con cualquier número de pares de carriles de guiado 16 y 17. En cada par de carriles de guiado 16, 17 se conectan un carril de guiado interno 16 y un carril de guiado externo 17 a la plataforma de soporte 6 en una distancia entre sí de más del diámetro D de los pernos 3 y menor que la anchura entre caras AF de las tuercas 2 y se proyectan hacia abajo, sustancialmente en paralelo a los ejes 14 de los pernos 3, más que la longitud de proyección 15 desde la plataforma de soporte 6. Por el presente documento, el carril de guiado externo 17 está en una dirección radial 21 situado más alejado de un centro de la conexión de brida curvada 4 como el carril de guiado interno 16. El carril de guiado interno 16 sostiene el robot 1 contra fuerzas en la dirección radial 21 y el carril de guiado externo 17 sostiene el robot contra fuerzas contra la dirección radial 21. Por consiguiente, los medios de sostén 11 sostienen el robot 1 en una superficie de cubierta 22 de las tuercas 2 y garantizan que la plataforma 6 no toque los pernos 3. Esto posibilita un movimiento seguro del robot 1 a lo largo de la conexión de brida curvada 4 sin mucha fricción.

30 Para guiar mejor el robot 1 a lo largo de la conexión de brida curvada 4, los carriles de guiado 16 y 17 pueden conectarse de manera inclinable a la plataforma de soporte 6 con el fin de inclinarlos alrededor de un eje A esencialmente paralelo a los ejes 14 de los pernos 3. Además, el carril de guiado interno 16 y el carril de guiado externo 17 según la segunda realización de la invención comprenden medios de seguridad internos 23 y medios de seguridad externos 24 con el fin de asegurar que el robot 1 no se caiga o se incline. Puede producirse una caída o inclinación si el centro resultante de gravedad M del robot 1 crea un momento de giro demasiado grande.

35 Con el fin de mejorar la estabilidad estructural de los carriles de guiado 16 y 17, pueden realizarse medios de sostén 11 como abrazaderas de guiado en forma de U invertida, que se conectan de manera inclinable a la plataforma de soporte 6. Tales abrazaderas de guiado en forma de U invertida se muestran en las figuras 5A y 5B. Puede asumirse que las abrazaderas de guiado en forma de U invertida están formadas de tres tramos, considerando que un tramo interno forma el carril de guiado interno 16 y un tramo externo forma el carril de guiado externo 17 y considerando que el tramo interno y el tramo externo están conectados por un tramo de conexión 25. El tramo interno y el tramo externo tienen una longitud interna mayor que la longitud de proyección 15, y el tramo de conexión 25 tiene una longitud interna mayor que el diámetro D de los pernos 3 y una longitud externa menor que la anchura entre caras AF de las tuercas 2. La figura 5A muestra la abrazadera de guiado en forma de U invertida en una primera realización, mientras que el centro de gravedad M actúa a lo largo de un eje que en la dirección radial 21 se sitúa más cercano al centro de la conexión de brida curvada 4 como los ejes 14 de los pernos 3. Esto posibilita realizar medios de sostén 11 con el carril de guiado externo 17 más corto que el carril de guiado interno 16 que puede ayudar a facilitar el procedimiento de apretar tuercas 3. La figura 5B muestra la abrazadera de guiado en forma de U invertida en una segunda realización, mientras que el centro de gravedad M actúa a lo largo de un eje que en la dirección radial 21 se sitúa próximo o a la misma distancia del centro de la conexión de brida curvada 4 como los ejes 14 de los pernos 3.

Ventajosamente, el elemento de accionamiento 12 se monta en la plataforma de soporte 6 antes que los medios de sostén 11 a lo largo de una dirección de accionamiento principal 18 del robot 1. Alternativamente, el elemento de accionamiento 12 puede montarse en la plataforma de soporte 6 después o entremedio de los medios de sostén 11 a lo largo de la dirección de accionamiento principal 18. El elemento de accionamiento 12 comprende un motor, no mostrado en las figuras, construido para accionar medios de enganche que se enganchan en un espacio entre pernos contiguos 3 de la conexión de brida curvada 4. Los medios de enganche comprenden ventajosamente una placa radial en forma de estrella 20, que puede comprender al menos dos, preferiblemente cinco, brazos que se engranan entremedio del espacio entre los pernos contiguos 3 en la dirección radial 21 de la conexión de brida curvada 4. Mediante el enganche de los brazos y la rotación simultánea de la placa radial 20, el elemento de accionamiento 12 tira de la plataforma de soporte 6, y por consiguiente el robot 1, y esta se guía por los medios de sostén 11 con el fin de moverse a lo largo de la conexión de brida curvada 4.

65 El elemento de accionamiento 12 según la invención puede realizarse de diferentes maneras. Por ejemplo, los medios de enganche pueden engancharse en la conexión de brida curvada 4 mediante adhesión, fricción u otras fuerzas o mecanismos físicos y/o químicos. El motor puede ser un motor eléctrico o neumático o hidráulico que

transmite directamente su rotación a los medios de enganche o que transmite su rotación mediante engranajes, cintas o elementos similares. Los medios de sostén 11 pueden mover el robot 1 sin el elemento de accionamiento 12, por ejemplo, mediante un mecanismo de sujeción y liberación de cada par de carriles de guiado 16, 17.

5 Las figuras 6 a 9 muestran el robot 1 según una tercera realización de la invención. El robot 1 comprende la plataforma de soporte 6, la plataforma de montaje móvil 7, la placa superior 8, plataforma de montaje 7 que se soporta por la plataforma de soporte 6, y la herramienta 10. Por motivos de claridad, el dispositivo de accionamiento y la conexión de brida curvada 4 se están omitiendo. La herramienta 10 comprende una tuerca de tensión 26 y una rueda de apriete 35. El robot 1 comprende medios de posicionamiento para alinear sustancialmente el eje 28 de la tuerca de tensión 26 con los ejes 14 de los pernos 3 para roscar la tuerca de tensión 26 en los pernos 3.

15 En la tercera realización de la invención, medios de posicionamiento del robot 1 comprenden tres medios de conexión 27, que se unen a la herramienta 10. Mediante estos medios de conexión 27, la herramienta 10 es de extremos articulados en la plataforma de montaje móvil 7, mientras que la rotación dentro del plano de la plataforma de montaje 7 se prohíbe debido a este elemento de apoyo triple. Los medios de conexión 27 comprenden un elemento redondeado 29 que actúa como el pasador del elemento de apoyo de extremos articulados y posibilita el basculamiento de la herramienta 10 para alinear el eje 28 de la tuerca de tensión 26 con el eje 14 del perno 3 al tiempo que la herramienta 10 se hace descender y la tuerca de tensión 26 se enrosca en el perno 3.

20 Dado que la plataforma de montaje móvil 7 es sustancialmente móvil a lo largo del eje 28 de la tuerca de tensión 26, también la herramienta 10 es sustancialmente móvil a lo largo de este eje 28. La plataforma de montaje móvil 7 puede moverse mediante dos casquillos de bola axiales en un vástago montado en la plataforma de soporte 6, y puede actuarse usando un husillo accionado por un motor eléctrico, no mostrado en las figuras. La plataforma de montaje móvil 7 puede moverse hasta una posición de descanso más superior. La plataforma de montaje móvil 7 se mueve en la posición de descanso durante el movimiento del robot 1 a lo largo de la conexión de brida curvada 4 y/o si la herramienta 10 se realinea. La placa superior 8 comprende medios de bloqueo 30 para bloquear la herramienta 10 en la posición de descanso. Además, los medios de conexión 27 comprenden una superficie en ángulo 31 que interactúa con los medios de bloqueo 30 con el fin de forzar la herramienta 10 en una posición cero. Por tanto, la posición cero realinea la herramienta 10 y se toma automáticamente tan pronto como la plataforma de montaje móvil 7 está en su posición de descanso. Esto permite que la herramienta 10 se autoalinee a los pernos 3 sin someter a esfuerzos el robot 1 ni aflojar las demandas de precisión.

35 Tan pronto como la plataforma de montaje móvil 7 se mueve fuera de la posición de descanso, la herramienta 10 puede bascular. Por tanto, al hacer descender la herramienta 10 en el perno 3, el eje 28 de la tuerca de tensión 26 puede alinearse con el eje 14 del perno 3. Los medios de conexión 27 pueden comprender medios de sujeción 32 con el fin de limitar el basculamiento de la herramienta 10 e impedir que la herramienta 10 se incline excesivamente, rote o caiga desde el robot 1. Los medios de sujeción 32 pueden tener una interfaz hembra-hembra o una macho-macho entre la herramienta 10 y la plataforma de montaje 7.

40 Los medios de posicionamiento pueden comprender adicionalmente una o todas de las siguientes cuatro características de la tuerca de tensión 26 que ayuda a alinear de manera precisa el eje 28 de la tuerca de tensión 26 al eje 14 del perno 3 cuando se hace descender la herramienta 10 en el perno 3 tal como se muestra en las figuras 10 a 12B:

45 1) Una sección de superficie en ángulo 33 como parte introductoria antes de que comiencen los giros de hilo 34 en la tuerca de tensión 26.

50 2) Un primer giro del hilo 34 de la tuerca de tensión 26 que está formado para facilitar la inserción del hilo del perno 3, en el que el primer giro del hilo 34 de la tuerca de tensión 26 comparado con un hilo métrico convencional comprende un chaflán mayor con un ángulo de gran pendiente W para facilitar la inserción del hilo del perno 3 tal como se muestra en la figura 12A.

55 3) El primero o los dos primeros giros del hilo 34 de la tuerca de tensión 26 que en comparación con la sección transversal completa  $C_F$  de un hilo métrico convencional tienen una sección transversal reducida  $C_R$  por un desplazamiento paralelo de una de las paredes del hilo 34 para crear más espacio libre tal como se muestra en la figura 12B. La gravedad asegura que el lado inferior del hilo 34 siempre esté en contacto con el perno 3, y que no hay un contacto notable en el lado superior del hilo 34. Tras el primero o los dos primeros giros del hilo 34, se está obteniendo la sección transversal completa del hilo 34 mediante una transición lenta en el lado superior del hilo 34. Por el presente documento, no hay una transición perceptible entre la sección transversal reducida  $C_R$  y la sección transversal completa  $C_F$ .

60 4) El primer giro del hilo 34 de la tuerca de tensión 26 comparado con un hilo métrico convencional que está construido de manera que evita fuerzas sobre el primer giro del hilo 34 a lo largo del eje 28 de la tuerca de tensión 26 durante elongación del perno 3 después de que más de dos giros se hayan enroscado en el perno 3. Por el presente documento, se prohíbe una posible deformación del primer giro del hilo 34, mejorando la posibilidad de un enganche de hilo entre la tuerca de tensión 26 y el perno 3.

Un robot 1 según la primera realización y la tercera realización de la invención es apto para apretar automáticamente una serie de tuercas 2 pre-rosadas en pernos 3 dispuestos en una conexión de brida curvada 4. Un método de este tipo puede caracterizarse porque se procesan las siguientes etapas:

1) Después de que el robot 1 se posicione en la conexión de brida curvada 4, el propio robot 1 posiciona la herramienta 10 de un modo para alinear sustancialmente el eje 28 de la tuerca de tensión 26 de la herramienta 10 con el eje 14 del perno 3. Este primer posicionamiento basto de la herramienta 10 puede hacerse mediante un sensor de posición o mediante un programa de software, mientras que el robot 1 se mueve a lo largo de la conexión de brida curvada 4 mediante el dispositivo de accionamiento. Posteriormente, el buen posicionamiento de la herramienta 10 se hace mediante los medios de posicionamiento tal como se describió anteriormente.

2) La herramienta 10 enrosca la tuerca de tensión 26 solamente en una parte o todo el hilo de la longitud de proyección 15 del perno 3, en la que el eje 28 de la tuerca de tensión 26 se bascula con el fin de coincidir con el hilo de la longitud de proyección 15 del perno 3. La rotación de la tuerca de tensión 26 puede hacerse mediante un motor.

3) La herramienta 10 tira del perno 3 a lo largo del eje 28 de la tuerca de tensión 26. Esto provoca un estiramiento y elongación física del perno 3, en la práctica, por ejemplo, en exceso de 2 mm. Este estiramiento provoca que el perno 3 se desprende de la conexión de brida curvada 4. Para tirar del perno 3 puede usarse un dispositivo hidráulico, en el que aceite hidráulico desde una pequeña bomba actúa según un pistón conectado a la tuerca de tensión 26. Por tanto, el estiramiento o elongación física en el perno 3 se controla de manera efectiva mediante presión hidráulica, si la tensión es proporcional a la presión hidráulica.

4) La correspondiente tuerca 2, que se eleva simultáneamente de la conexión de brida curvada 4 con el perno 3, se rota y se aprieta por la rueda de apriete 35 hasta que de nuevo tiene contacto con la conexión de brida curvada 4 y se logra un par de fuerza predefinido. La rueda de apriete 35 puede hacerse rotar mediante engranajes accionados por un motor.

Tan pronto como se relaja el tiro en el perno 3, el perno 3 porta la misma carga que la herramienta 10 ejercida anteriormente en el perno 3 y la elongación y tensión físicas permanecen. El robot 1 puede, ahora, moverse hasta el siguiente perno 3.

El robot 1 trabaja de manera similar si han de aflojarse las tuercas 2. En este caso, la tuerca 2 se gira por la rueda de apriete 35 alejándose de la conexión de brida curvada 4 mediante una cantidad controlada que es mayor que la elongación física del perno 3.

El término apretar o apriete en las reivindicaciones y descripción debe entenderse que abarca el significado de los términos atornillar o aplicar par de fuerza o precargar o pre-forzar o roscar.

El robot 1 según la invención también puede portar una herramienta que comprende una herramienta de apriete de perno, llave dinamométrica, un sistema de control de robot, una cámara, un sensor de posición, instrumento de medición o combinaciones de los mismos. De ese modo, el robot 1 también puede usarse para propósitos de inspección o de servicio. El robot 1 puede usarse para cualquier clase de conexión de brida en cualquier clase de construcción técnica, máquinas, instalación, planta o cualquier estructura similar. El robot 1, por ejemplo, puede usarse para embridar conexiones de segmento de tubos de plataformas petrolíferas, oleoductos, turbinas eólicas, aerogeneradores o torres usadas como mástil de antena o puesto de observación.

Según una realización adicional de la invención puede adoptarse un robot para mover una plataforma de soporte a lo largo de una serie de tuercas dispuestas en una conexión de brida lineal o una conexión de brida rectangular. Esto tiene la ventaja de que las tuercas de una conexión de brida lineal para, por ejemplo, montar un motor grande en hormigón en el suelo pueden apretarse por el robot.

El término "tuerca" no incluye solamente elementos como los estandarizados con un hilo de rosca interno y una superficie externa hexagonal, sino que incluye cualquier elemento con un hilo de rosca interno y una superficie externa de cualquier forma. Esto incluye, por ejemplo, un elemento con un hilo de rosca interno y una superficie externa cilíndrica. La rueda de apriete puede comprender, por ejemplo, una superficie de caucho para apretar la tuerca prerrosada con la superficie externa cilíndrica con un par de fuerza predefinido. El término "perno" también incluye elementos que solamente para parte de su longitud comprenden un hilo externo para posibilitar el apriete de las tuercas. Un perno de este tipo también puede ser una barra cilíndrica con forma escalonada con un extremo roscado.

El mástil de una turbina eólica puede tener elementos de forma cónica con un diámetro que se reduce cuanto más alto es el mástil. En este caso, las paredes 5 se inclinarían ligeramente hacia el centro y los ejes de perno 14 también se inclinarían ligeramente. Como resultado, el plano de tuerca seguiría siendo sustancialmente perpendicular a los ejes de perno 14 cercano, pero no un plano completamente plano.

**REIVINDICACIONES**

1. Robot (1) para apretar una serie de tuercas (2) prerroscaadas en pernos (3) dispuestos en una conexión de brida curvada particular o lineal (4), pernos (3) que se proyectan desde las tuercas (2) prerroscaadas en sustancialmente un plano de tuerca (13) por una longitud de proyección (15), comprendiendo el robot (1) un dispositivo de accionamiento para mover el robot (1) a lo largo de la conexión de brida curvada (4) y una herramienta (10) para apretar las tuercas (2) con un par de fuerza predefinido ambos conectados a una plataforma de soporte (6),  
5  
10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55  
60  
65  
caracterizado porque  
la herramienta (10) está construida para enroscar una tuerca de tensión (26) en el perno (3) para elongar el perno (3) y para apretar la tuerca prerroscaada (2) con el par de fuerza predefinido con una rueda de apriete (35), comprendiendo el robot (1) medios de posicionamiento para alinear sustancialmente el eje (28) de la tuerca de tensión (26) con el eje (14) del perno (3) haciendo descender la herramienta (10) en el perno (3) con el fin de enroscar la tuerca de tensión (26) en el perno (3).
2. Robot (1) según la reivindicación 1, en el que la herramienta (10) es de extremos articulados mediante medios de conexión (27) en una plataforma de montaje móvil (7) soportada por la plataforma de soporte (6) y sustancialmente móvil a lo largo del eje (28) de la tuerca de tensión (26), medios de conexión (27) que comprenden al menos un elemento redondeado (29) para permitir el basculamiento de la herramienta (10) para alinear el eje (28) de la tuerca de tensión (26) con el eje (14) del perno (3).
3. Robot (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que al menos el primer giro del hilo (34) de la tuerca de tensión (26) está formado para facilitar la inserción del hilo del perno (3).
4. Robot (1) según la reivindicación 3, cuyo primer giro del hilo (34) de la tuerca de tensión (26) comparado con un hilo métrico convencional comprende un chaflán mayor con un ángulo de gran pendiente (W) para facilitar la inserción del hilo del perno (3).
5. Robot (1) según cualquiera de las reivindicaciones 3 o 4, en el que al menos el primer giro del hilo (34) de la tuerca de tensión (26) comparado con un hilo métrico convencional comprende una sección transversal reducida ( $C_R$ ) por un desplazamiento paralelo de una de las paredes del hilo (34) para crear más espacio libre.
6. Robot (1) según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en el que al menos el primer giro del hilo (34) de la tuerca de tensión (26) comparado con un hilo métrico convencional está construido de manera que evita fuerzas sobre el primer giro del hilo (34) a lo largo del eje (28) de la tuerca de tensión (26) durante elongación del perno (3) después de que más de dos giros se hayan enroscado en el perno (3).
7. Robot (1) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en el que la plataforma de soporte (6) soporta una placa superior (8) con medios de bloqueo (30) para bloquear la herramienta (10) en una posición de descanso de la plataforma de montaje móvil (7).
8. Robot (1) según la reivindicación 7, en el que los medios de conexión (27) comprenden al menos una superficie en ángulo (31) construida para interactuar con los medios de bloqueo (30) y para forzar la herramienta (10) en una posición cero, en la que la plataforma de montaje móvil (7) está en la posición de descanso.
9. Robot (1) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8, en el que los medios de conexión (27) comprenden medios de sujeción (32) con el fin de limitar el basculamiento de la herramienta (10).
10. Sistema de una conexión de brida curvada particular o lineal (4) y un robot (1) para apretar una serie de tuercas (2) prerroscaadas en pernos (3) dispuestos en una conexión de brida curvada (4), pernos (3) que se proyectan desde las tuercas (2) prerroscaadas en sustancialmente un plano de tuerca (13) por una longitud de proyección (15), comprendiendo el robot (1) un dispositivo de accionamiento para mover el robot (1) a lo largo de la conexión de brida curvada (4) y una herramienta (10) para apretar las tuercas (2) con un par de fuerza predefinido ambos conectados a una plataforma de soporte (6), caracterizado porque el robot (1) comprende los elementos tal como se reivindica en una de las reivindicaciones 1 a 9.
11. Método para apretar una serie de tuercas (2) prerroscaadas en pernos (3) dispuestos en una conexión de brida curvada particular o lineal (4) con un robot (1), pernos (3) que se proyectan desde las tuercas (2) prerroscaadas en sustancialmente un plano de tuerca (13) por una longitud de proyección (15) y comprendiendo el robot (1) un dispositivo de accionamiento para mover el robot (1) a lo largo de la conexión de brida curvada (4) y una herramienta (10) para apretar las tuercas (2) con un par de fuerza predefinido ambos conectados a una plataforma de soporte (6), caracterizado porque se procesan las siguientes

etapas:

5           posicionar la herramienta (10) de un modo para alinear sustancialmente el eje (28) de una tuerca de tensión (26) de la herramienta (10) con el eje (14) del perno (3) haciendo descender la herramienta (10) en el perno (3);

          enroscar la tuerca de tensión (26) en el perno (3);

10           elongar el perno (3);

          apretar la tuerca (2) con el par de fuerza predefinido con una rueda de apriete (35) de la herramienta (10).

12.       Método según la reivindicación 11, en el que el eje (28) de la tuerca de tensión (26) de la herramienta (10) se bascula al tiempo que la tuerca de tensión (26) se enrosca en el perno (3).

15



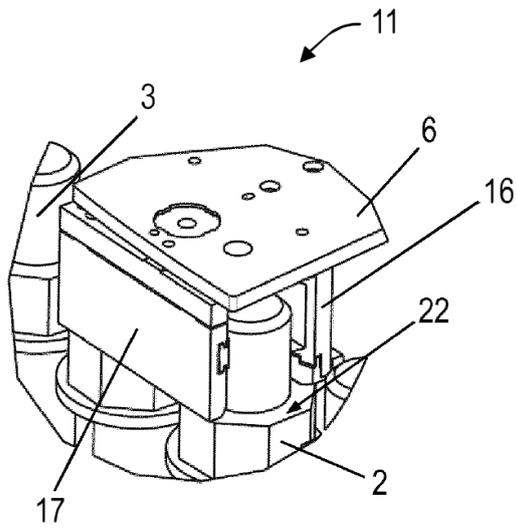


FIG. 3A

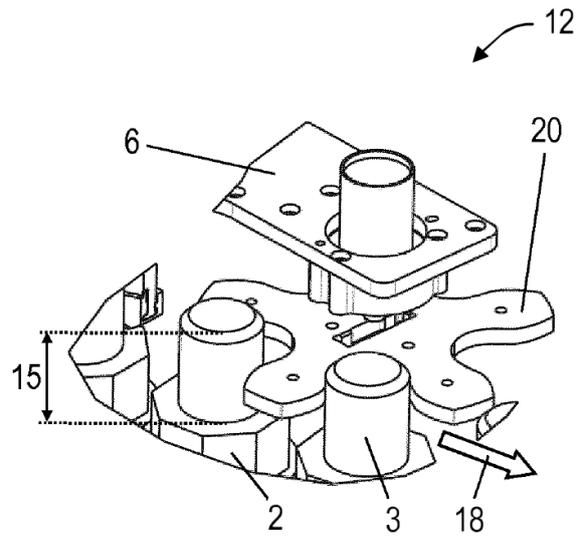


FIG. 3B

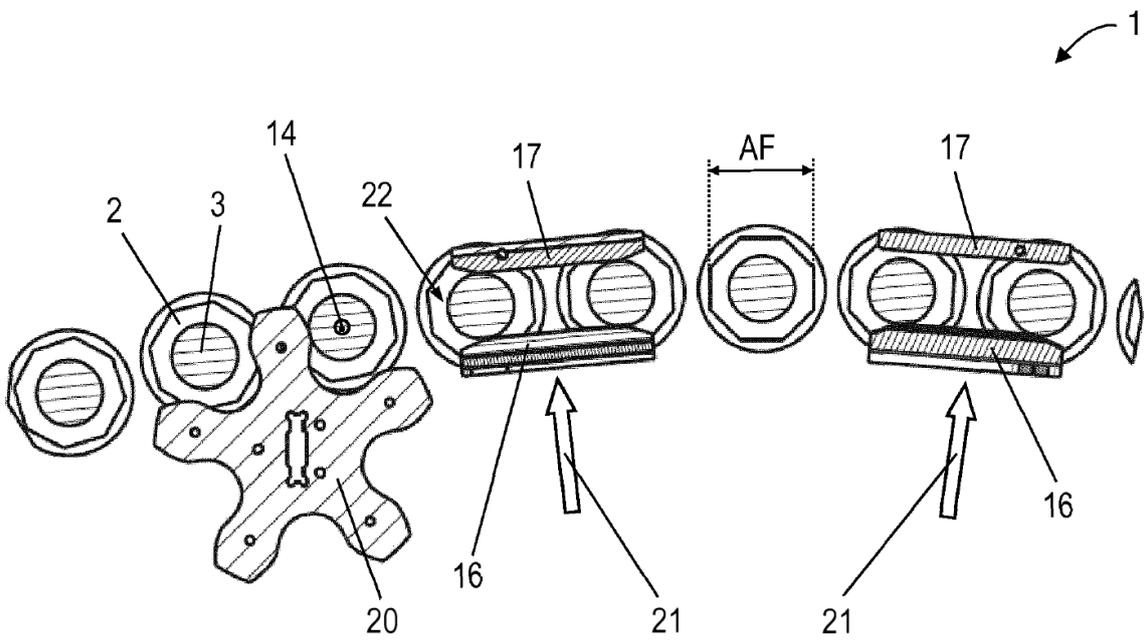


FIG. 4

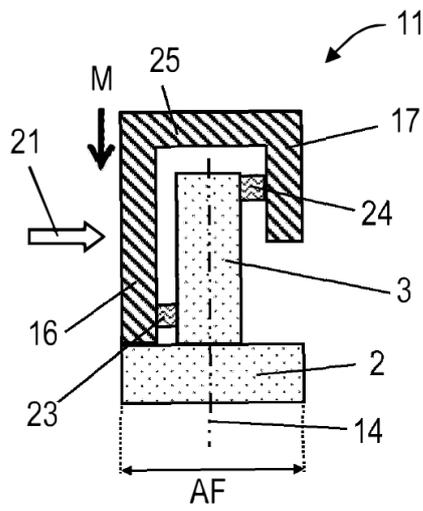


FIG. 5A

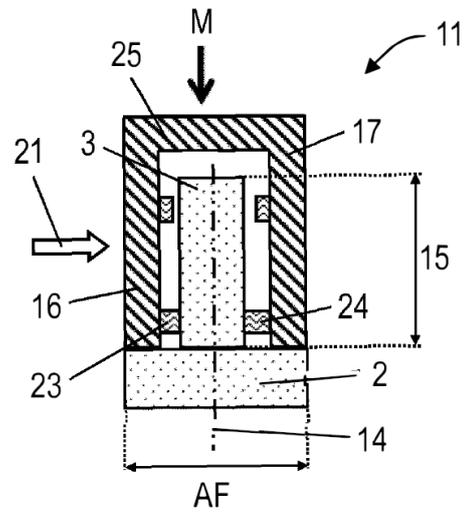


FIG. 5B

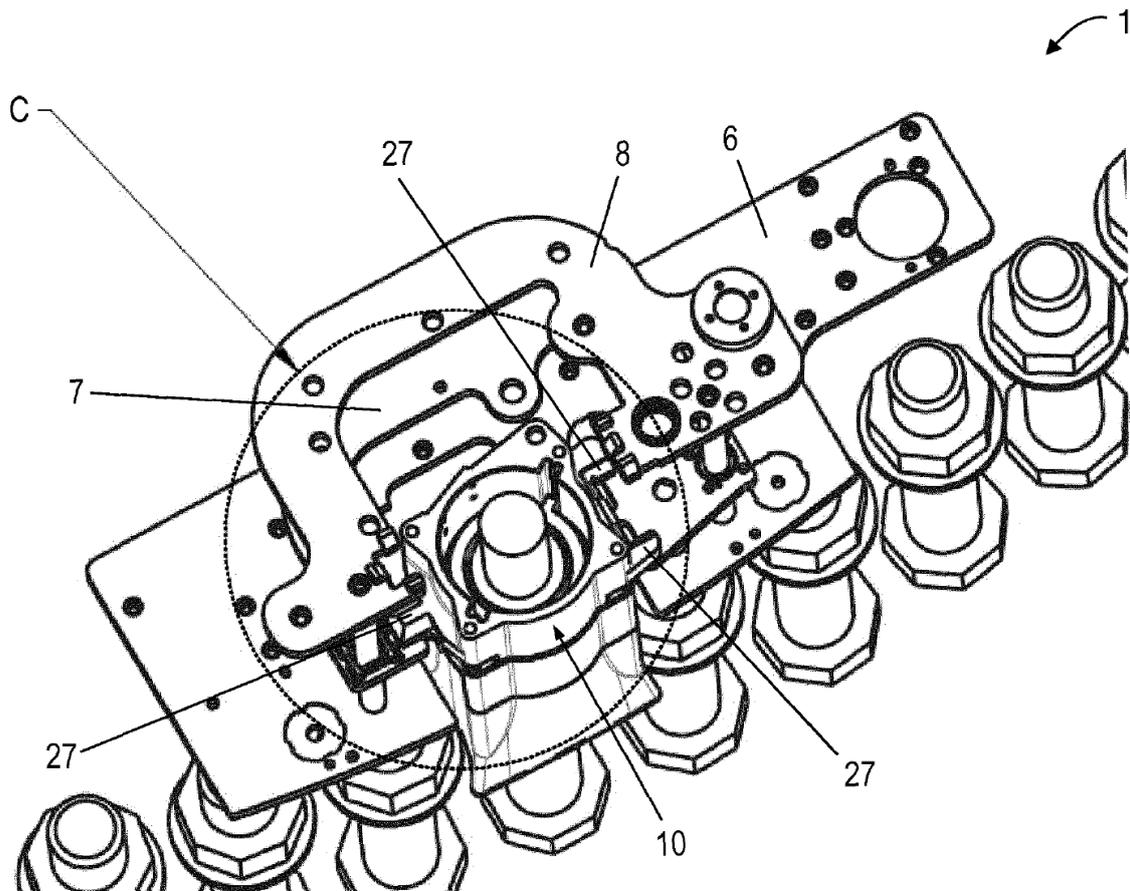


FIG. 6

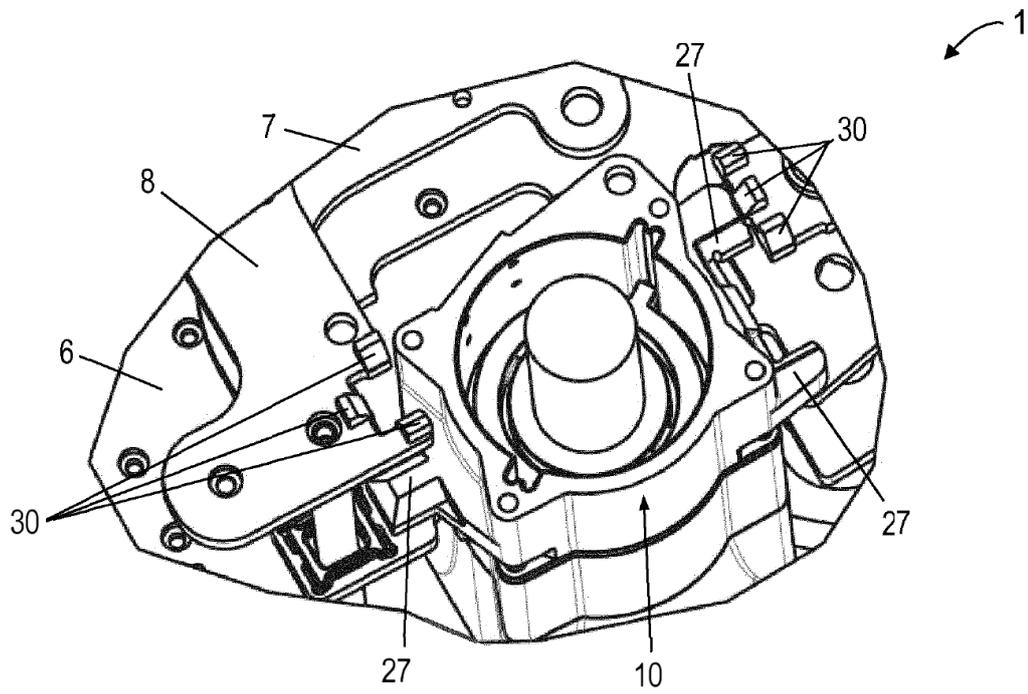


FIG. 7

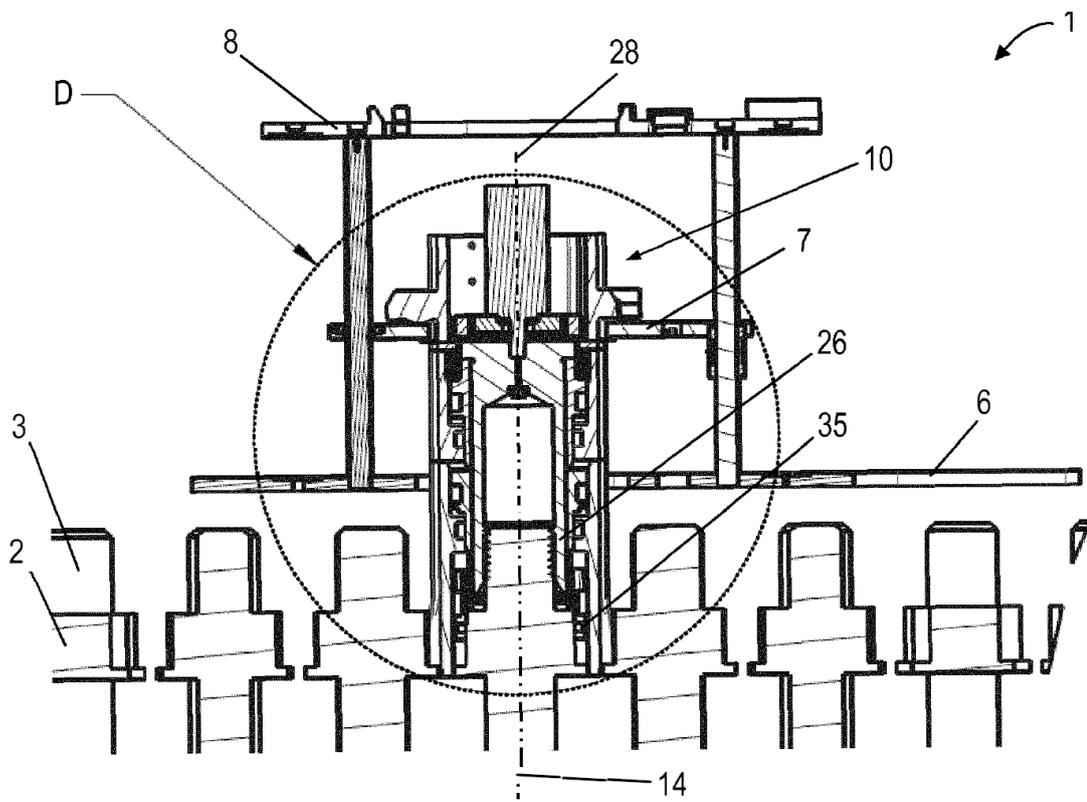


FIG. 8

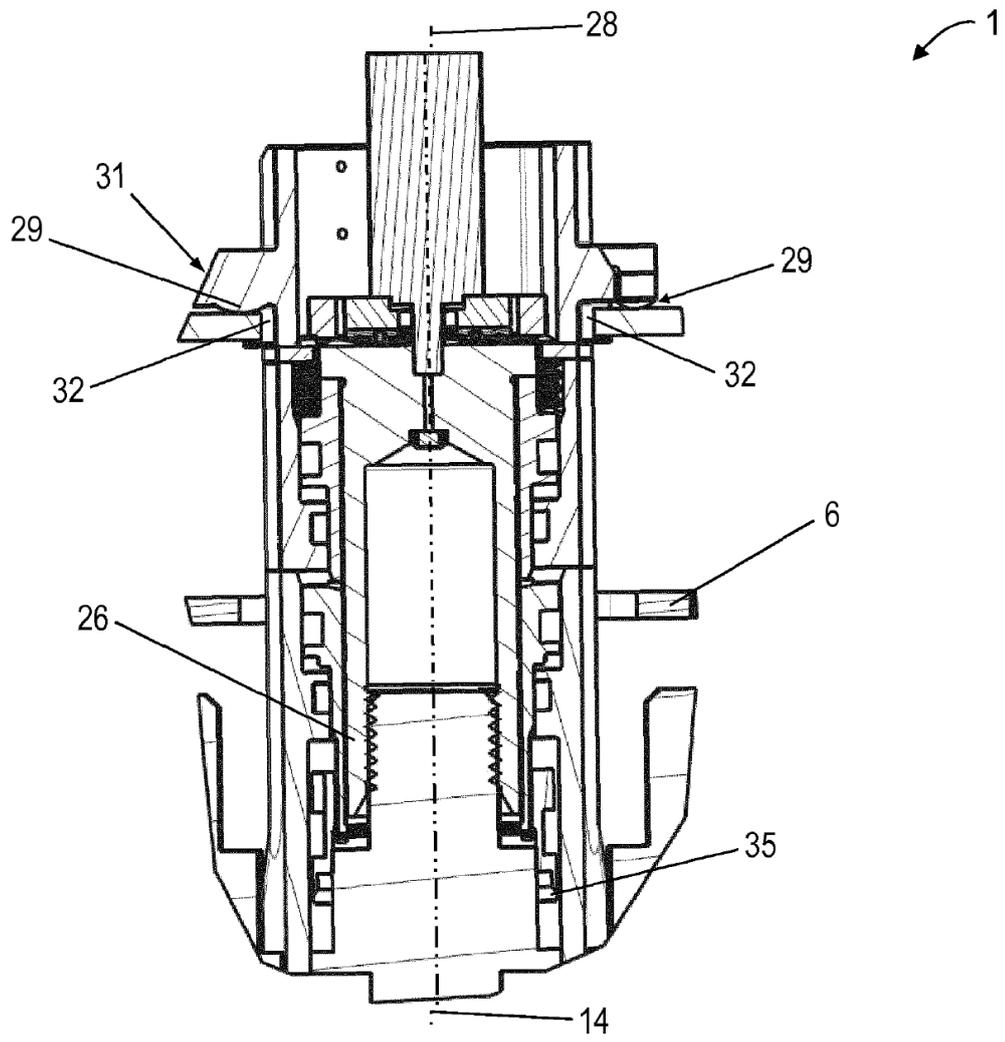


FIG. 9

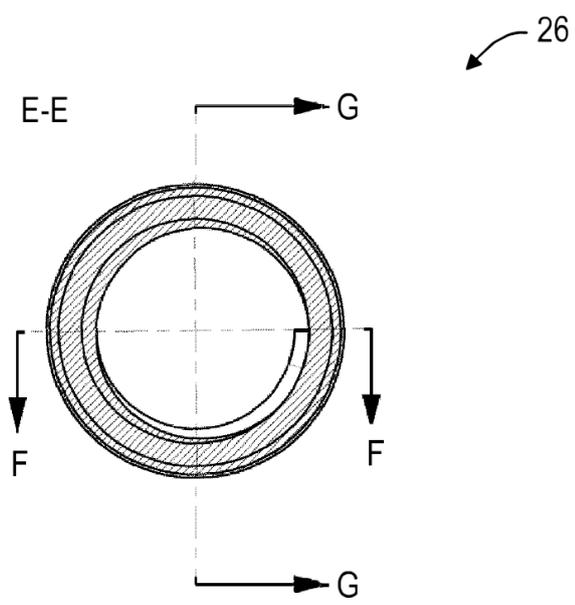


FIG. 10

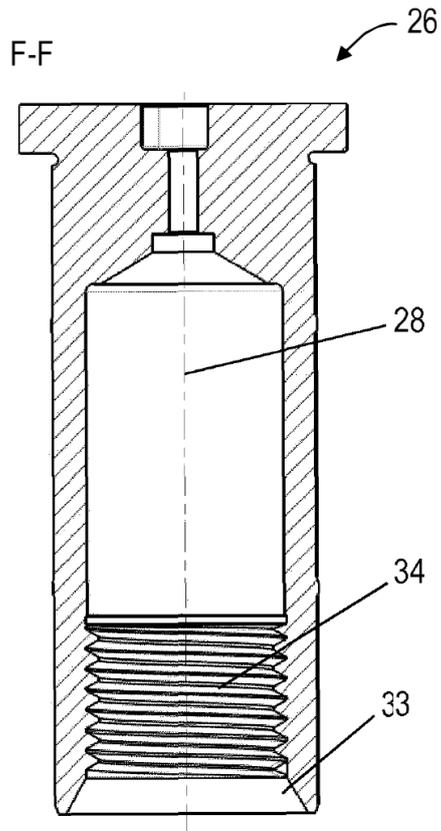


FIG. 11A

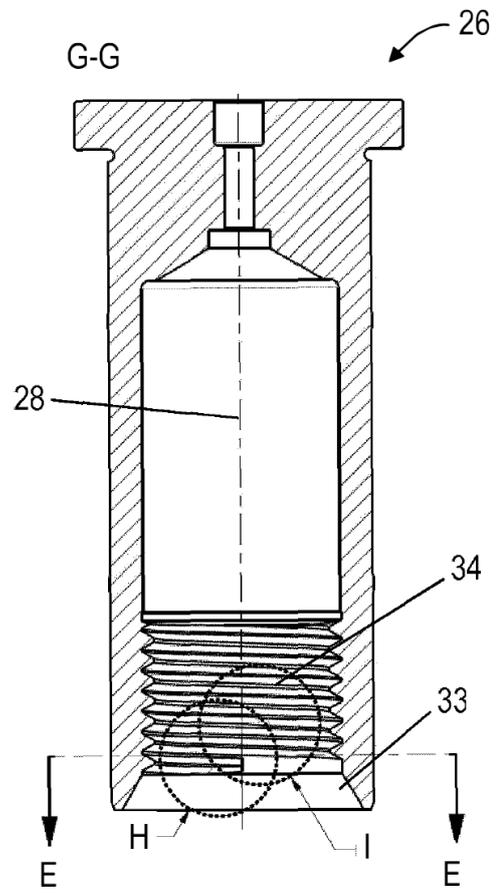


FIG. 11B

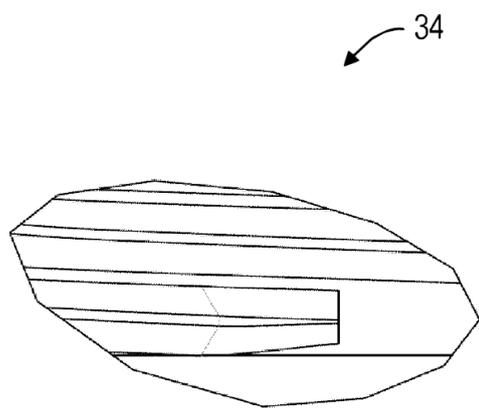


FIG. 12A

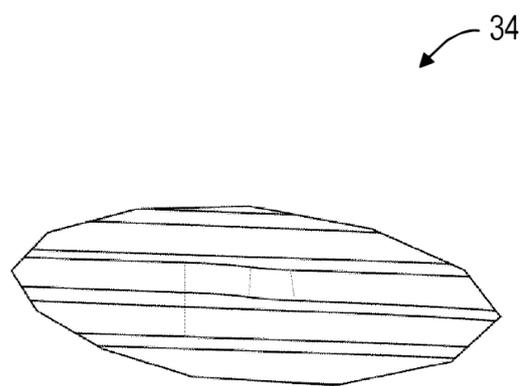


FIG. 12B