

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 832 557**

51 Int. Cl.:

B23P 19/06 (2006.01)

B25J 11/00 (2006.01)

B25B 29/02 (2006.01)

E04H 12/08 (2006.01)

F16B 31/04 (2006.01)

F03D 13/20 (2006.01)

F03D 13/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA
TRAS OPOSICIÓN

T5

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.03.2019 E 19163024 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **06.12.2023 EP 3546116**

54 Título: **Dispositivo para apretar uniones roscadas**

30 Prioridad:

29.03.2018 DE 102018107657

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente modificada:
14.06.2024

73 Titular/es:

HOHMANN, JÖRG (50.0%)

Uhlandstrasse 6a

59872 Meschede, DE y

HOHMANN, FRANK (50.0%)

72 Inventor/es:

Renuncia a mención

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 832 557 T5

DESCRIPCIÓN

Dispositivo para apretar uniones roscadas

- 5 La invención se refiere a un dispositivo para apretar uniones roscadas, que están dispuestas a lo largo de una unión de brida que rodea de forma anular un espacio y preferentemente el interior de la torre de una turbina eólica y de las que cada unión roscada está formada por un elemento de rosca y una tuerca atornillada en el mismo, apoyándose la tuerca contra el primer lado y el elemento de rosca contra el segundo lado de una unión de brida, presentando el dispositivo
- 10 - un portaherramientas desplazable a lo largo de la unión de brida mediante un accionamiento de desplazamiento, provisto de un accionamiento de desplazamiento preferentemente eléctrico,
- 15 - una herramienta dispuesta en el portaherramientas para apretar la unión roscada y girar la tuerca en relación a la unión de brida,
- 20 - una unidad de control que está realizada para desplazar el portaherramientas mediante señales de control de accionamiento de desplazamiento hasta una posición de trabajo, en la que la herramienta está opuesta a la unión roscada que ha de apretarse en cada caso, y para controlar mediante señales de control de herramienta el apriete de la unión roscada y el giro de la tuerca.

Un dispositivo con estas características se conoce por el documento EP 3 195 991 A1. Sirve para apretar sucesivamente uniones roscadas dispuestas en una fila a lo largo de una brida. Cada unión roscada individual está formada por un elemento de rosca en forma de un perno roscado, que se apoya con su cabeza de perno ampliada radialmente desde abajo contra la brida, y por una tuerca roscada atornillada en la sección de rosca del perno roscado, apoyándose la tuerca desde arriba en la brida. El apretar o volver a apretar la unión roscada tiene lugar reajustándose la tuerca a lo largo de la rosca. Esto se realiza usándose una herramienta dispuesta en un vehículo autopropulsado. Mediante un sensor de posición y las señales de posición detectadas por este sensor, el vehículo se desplaza de forma controlada con la herramienta dispuesta en el mismo, hasta que resulte de las señales del sensor que la herramienta se encuentra exactamente en una orientación axial respecto al eje de atornillado del perno roscado y de la tuerca roscada. Para ello, las señales de posición del sensor de posición se procesan mediante técnica de control a señales para el accionamiento del vehículo. Además, el control está realizado para controlar la operación de apriete.

El documento KR 10-2013-0026039 A da a conocer un robot autónomo, que está realizado para apretar o volver a apretar uniones roscadas en bridas de segmentos de torre de una turbina eólica. El robot se hace descender con un cable en el interior de la torre hasta la altura de la unión de brida. Allí se aproxima a la brida y se tensa mediante una grapa de brida superior e inferior en los lados que en los lados frontales no están orientados unos hacia los otros de las bridas de los dos segmentos de torre. Para el movimiento a lo largo del anillo de brida está previsto un accionamiento de oruga. Este documento da a conocer las características de los preámbulos de las reivindicaciones 1, 17 y 21.

Además, el documento WO 95/33598 A1 desvela un cilindro de sujeción de pernos, evitando el cilindro de sujeción de pernos por su forma constructiva un deslizamiento al apretar la unión roscada. Asimismo se refiere a un dispositivo controlado a distancia.

También el documento WO 2016/193297 A1 propone un robot autónomo para el montaje y mantenimiento de uniones roscadas en el interior de una torre. El robot se aproxima mediante un dispositivo de desplazamiento que se encuentra en el centro de la torre a la unión de brida. El robot está formado por tres brazos, ocupándose uno de los brazos del avance en la unión de brida. Los otros dos brazos de robot realizan el atornillado.

El inconveniente de los procesos conocidos de tensar o retensar sucesivamente las uniones roscadas individuales es que no hay medidas sencillas para el caso de un giro no deseado del elemento de rosca al reajustar la tuerca. Debe ofrecerse una solución para este problema.

En una primera forma de realización, esta solución es un dispositivo para apretar uniones roscadas con las características de la reivindicación 1.

En la primera forma de realización se propone para el apriete de uniones roscadas de este tipo, cuyo elemento de rosca en el segundo lado de la unión de brida está provisto de al menos una superficie de llave plana, que la superficie sufridera esté realizada para el contacto plano con la al menos una superficie de llave.

La herramienta de sujeción comprende un cuerpo básico de herramienta unido en el lado de accionamiento con el accionamiento y una sección de herramienta que presenta la al menos una superficie sufridera. El cuerpo básico de herramienta se extiende un trayecto relativamente largo hacia abajo. Si el portaherramientas está provisto de rodillos de rodadura alojados de forma giratoria para ser desplazable, definiendo estos rodillos el plano de contacto del portaherramientas, el accionamiento para la herramienta de sujeción está dispuesto por encima de este plano de

contacto, y el cuerpo básico de herramienta de la herramienta de sujeción se extiende más allá del plano de contacto hasta abajo a la sección de herramienta.

La sección de herramienta es guiada en contra de la fuerza de un resorte de forma móvil en el cuerpo básico de herramienta, siendo la dirección de movimiento igual a la dirección del movimiento de ida y vuelta de la herramienta de sujeción.

Para un mejor arrastre de forma respecto a las superficies de llave del elemento de rosca se propone que la herramienta de sujeción presente dos superficies sufrideras orientadas una hacia a la otra y paralelas entre sí, para asegurar así que un cuadrángulo o hexágono con el que está provisto el elemento de rosca para que no gire. Las superficies sufrideras son p.ej. las superficies de herramienta de una llave abierta.

En una configuración alternativa, la herramienta de sujeción puede presentar dos superficies sufrideras no orientadas una hacia la otra, preferentemente paralelas entre sí, para poder entrar con estas dos superficies en la distancia entre dos cuadrángulos o hexágonos adyacentes que se encuentran en secciones ampliadas radialmente de dos elementos de rosca adyacentes y bloquear de este modo estos elementos de rosca para impedir que giren.

Preferentemente, y puesto que desde el punto de vista técnico de aparatos es la variante más fácil a realizar, el accionamiento de la herramienta de sujeción tiene lugar transversalmente respecto al eje longitudinal de la unión roscada.

No obstante, el accionamiento también puede estar configurado de tal modo que la herramienta de sujeción realiza un movimiento vertical.

Preferentemente, la sección de herramienta se encuentra en la posición de reposo de la herramienta de sujeción en una posición en el cuerpo básico de herramienta, en la que un tope en la sección de herramienta se apoya bajo la fuerza del resorte contra un tope en el cuerpo básico de herramienta.

Preferentemente, el accionamiento de desplazamiento del portaherramientas y el accionamiento de la herramienta de sujeción son respectivamente independientes, siendo controlados, no obstante, por señales de la misma unidad de control.

También se propone un módulo de energía que puede colocarse de forma separada en el espacio del portaherramientas para el suministro de energía del accionamiento de desplazamiento, de la herramienta y de la herramienta de sujeción, conduciendo una línea de suministro de energía flexible en al menos una longitud parcial del módulo de energía al portaherramientas. En este caso, también la unidad de control preferentemente está dispuesta en el módulo de energía, o está dispuesta conjuntamente con este en un soporte.

Para la transmisión de las señales de control de accionamiento de desplazamiento, de las señales de control de herramienta y de las señales de control de la herramienta de sujeción, una línea de señales eléctrica puede conducir de la unidad de control al portaherramientas. La línea de señales está unida mecánicamente con la línea de suministro de energía, al menos en una longitud parcial.

La herramienta usada en el dispositivo puede ser un cilindro de sujeción de pernos o un atornillador dinamométrico hidráulico o un atornillador eléctrico.

Puede ser especialmente ventajoso un procedimiento que trabaje en lo posible sin torsión para apretar las uniones roscadas. Un apriete de este tipo permite por ejemplo una herramienta de un tipo constructivo de un cilindro de sujeción de pernos. Tales cilindros de sujeción de pernos son conocidos. Trabajan habitualmente con fuerza hidráulica, están provistos de una carcasa de cilindro que rodea el espacio de trabajo hidráulico, así como de un casquillo intercambiable dispuesto de manera giratoria en la carcasa de cilindro, que puede atornillarse en una sección final de rosca de la unión roscada. También forma parte de un cilindro de sujeción de pernos de este tipo un casquillo rotatorio para el giro en arrastre de forma, es decir, girar la tuerca, mientras que el elemento de rosca de la unión roscada es ligeramente expandida por la presión hidráulica.

Si se utiliza un cilindro de sujeción de pernos como herramienta, este está provisto de un accionamiento eléctrico para el giro del casquillo intercambiable. Además, el cilindro de sujeción de pernos puede estar provisto de un segundo accionamiento eléctrico. Este se ocupa de la rotación del casquillo rotatorio y por lo tanto de la colocación de la tuerca, y está realizado adicionalmente también para un ajuste vertical del cilindro de sujeción de pernos respecto al portaherramientas.

Las unidades auxiliares del dispositivo, que tienen un peso elevado por el gran número de uniones roscadas y las altas presiones de hasta 3000 bar, y en particular el módulo de energía, no están dispuestos en el portaherramientas, sino de forma separada en el espacio. De este modo, el módulo de energía puede garantizar de forma fiable el suministro de energía del accionamiento de desplazamiento, de la herramienta y de la herramienta de sujeción, conduciendo una línea de suministro de energía flexible en al menos una longitud parcial del módulo de energía al

portaherramientas. De acuerdo con otra configuración del dispositivo, la unidad de control está dispuesta en el módulo de energía y está dispuesta, por ejemplo, junto con este en un soporte.

Para la transmisión de las señales de control de accionamiento de desplazamiento, de las señales de control de herramienta y de las señales de control de la herramienta de sujeción, una línea de señales eléctrica puede conducir de la unidad de control al portaherramientas, pudiendo estar unida la línea de señales mecánicamente con la línea de suministro de energía, al menos en una longitud parcial.

El dispositivo puede presentar además un bastidor pivotante con uno o varios ejes de giro verticales. El bastidor está provisto de medios de fijación para su fijación estacionaria propia. Una sección longitudinal de la línea de suministro de energía está enganchado en el bastidor. Preferentemente, el bastidor pivotante está realizado para apoyar la línea de suministro de energía a lo largo de un ángulo de rotación de al menos aproximadamente 360°.

Además, se propone un módulo de documentación agrupado con la unidad de control preferentemente en una carcasa común. En este se guarda un conjunto de datos para cada unión roscada apretada. El conjunto de datos comprende

el identificador individual de la unión roscada en cuestión, detectándose este identificador por ejemplo mediante escaneado de un código de barras o una etiqueta RFID en la unión roscada correspondiente, o determinándose el identificador alternativamente mediante la posición de la unión roscada correspondiente en la unión de brida,

y/o la fuerza de apriete realmente utilizada de la herramienta,

y/o el ángulo de rotación recorrido de la tuerca en relación a la unión de brida,

y/o el cambio de longitud medido del elemento de rosca durante la operación de apriete.

Además, se propone un bastidor pivotante con uno o varios ejes de giro verticales. estando provisto el bastidor para su fijación con medios de fijación, y estando enganchada una sección longitudinal de la línea de suministro de energía en el bastidor.

Preferentemente, el bastidor pivotante está realizado para apoyar la línea de suministro de energía a lo largo de un ángulo de rotación de aproximadamente 360°.

Preferentemente, el portaherramientas presenta un paso para la línea de suministro de energía, encontrándose el paso en un deslizador que está dispuesto de forma móvil en el portaherramientas, preferentemente móvil en la dirección de marcha del portaherramientas.

En una segunda forma de realización del dispositivo para apretar uniones roscadas indicada en la reivindicación 17, la sujeción contraria se realiza directamente mediante un apoyo en una sección de rosca del elemento de rosca. Para ello se propone que la herramienta de sujeción presente dos superficies sufrideras móviles una hacia la otra cuando se ejerce una presión fuerte, y que las superficies sufrideras estén configuradas respectivamente como conchas, cuyo radio es sustancialmente igual al radio de una sección de rosca del elemento de rosca.

Por las fuerzas de presión elevadas en esta configuración son razonables medidas para un aumento de la fricción. Por lo tanto, se propone que las superficies sufrideras, para aumentar su resistencia de fricción respecto a la sección de rosca, estén provistas de un forro de fricción por ejemplo de goma o de una superficie no lisa.

De acuerdo con otra configuración adicional, la herramienta de soporte y la herramienta están combinadas entre sí. La herramienta de sujeción se extiende a través de al menos una abertura en la herramienta, encontrándose las superficies sufrideras de la herramienta de sujeción en el interior de la herramienta. Preferentemente, un componente de la herramienta es un tubo de apoyo, con cuya parte inferior la herramienta puede apoyarse en la unión de brida. La al menos una abertura por la que se extiende la herramienta de sujeción llega en este caso de forma continua hasta la parte inferior del tubo de apoyo.

En una solución alternativa de acuerdo con la reivindicación 21, la herramienta es un cilindro de sujeción de pernos hidráulico, con una carcasa de cilindro que rodea un espacio de trabajo hidráulico, un casquillo intercambiable dispuesto de manera giratoria en la carcasa de cilindro y que puede atornillarse con una rosca interna en el elemento de rosca, un accionamiento para girar el casquillo intercambiable, y una herramienta de sujeción que puede apoyarse en una superficie de llave prevista en el elemento de rosca, siendo la herramienta de sujeción resistente al giro respecto a la carcasa de cilindro.

Otros detalles y ventajas se desprenden de la siguiente descripción de un ejemplo de realización representado en el dibujo. En ellas muestran:

la figura 1: una vista en perspectiva de dos secciones anulares unidas entre sí de la torre de una turbina eólica, representándose las secciones solo como mitad en la longitud de la torre en la que están unidas

mediante una unión de brida anular con una pluralidad de uniones roscadas;

- la figura 2: una vista en corte horizontal, en este caso con representación de todo el perímetro de las secciones anulares de la torre;
- la figura 3: una unidad desplazable configurada como carro del dispositivo para apretar uniones roscadas en representación en perspectiva;
- la figura 4: la unidad desplazable en una vista frontal;
- la figura 5: la unidad desplazable en una vista superior;
- la figura 6: en una vista individual, un bastidor dispuesto en la unidad desplazable, incluida una herramienta dispuesta en ella;
- la figura 7: el bastidor en una vista frontal;
- la figura 8: en una vista individual, una herramienta de sujeción, en cuyo extremo inferior está dispuesta una herramienta para la sujeción contraria al apretar la unión roscada;
- la figura 9: la herramienta de sujeción en una vista frontal;
- la figura 10: en una vista en corte parcial, una herramienta hidráulica para el apriete de uniones roscadas, estando representada la herramienta en una posición en la que se ha hecho descender hasta la parte superior de la unión de brida y descansa en esta;
- la figura 11: la herramienta hidráulica en otra forma de realización, en la que la herramienta de sujeción está combinada con la herramienta;
- la figura 12: la herramienta hidráulica en otra forma de realización, en la que la herramienta de sujeción está dispuesta en el centro de la herramienta hidráulica.

El dispositivo para apretar uniones roscadas está formado por una unidad desplazable 1, una unión estacionaria 2 dispuesta de forma separada en el espacio y un ramal de líneas, en particular, un ramal de suministro y señales 3, entre la unidad desplazable 1 y la unidad estacionaria 2. Un componente de la unidad desplazable 1 es una herramienta 5 para apretar uniones roscadas. La herramienta, en el ejemplo de realización descrito en este caso con más detalle, es un cilindro de sujeción de pernos 5 que funciona hidráulicamente. En la unidad estacionaria 2 se encuentra el suministro de energía del dispositivo. Otro componente de la unidad estacionaria 2 es una unidad de control electrónica 4, que comprende a su vez entre otras cosas un módulo de control de trayecto 4A y un módulo de documentación 4B. En el módulo de documentación 4B se guarda un conjunto de datos para cada unión roscada apretada, que permite de este modo una comprobación posterior de los datos característicos más importantes de la operación de apriete.

La herramienta 5 está dispuesta de manera regulable en altura en un carro 6 desplazable por medio de un accionamiento. El carro 6 es, por tanto, el portaherramientas del dispositivo.

El carro o portaherramientas está preparado mediante rodillos de rodadura alojados en el mismo para ser desplazado a lo largo de una unión de brida 7 anular, que forma parte de una turbina eólica en forma de torre, a diferentes posiciones en el perímetro, para apretar, volver a apretar o también aflojar una unión roscada allí dispuesta en cada una de estas posiciones.

La unión de brida 7 es en este caso una brida doble compuesta de una brida anular superior 7A y una brida anular inferior 7B que preferentemente se apoya en esta superficialmente. La brida anular superior 7A se encuentra en el borde inferior de una sección de torre superior 8A con forma anular. La brida anular inferior 7B se encuentra en el borde superior de una sección de torre inferior 8B. Las secciones de torre 8A, 8B forman juntas con otras secciones de torre similares la torre vertical de una turbina eólica. Tales turbinas eólicas con alturas de hasta 150 m se componen por razones técnicas de montaje de secciones de torre. Estas son sustancialmente cilíndricas y rodean un espacio 9 circular, rodeado por la unión de brida 7. Las secciones de torre pueden reducirse cónicamente hacia arriba.

Las secciones de torre están unidas por uniones roscadas, estando unido por moldeo en la sección de torre 8A respectivamente superior la brida anular 7A y en la sección de torre 8B dispuesta respectivamente directamente por debajo la brida anular 7B. La unión de brida 7 compuesta de dos bridas anulares es sujeta por medio de una pluralidad de uniones roscadas. Estas están dispuestas en cada caso distribuidas a distancias iguales en el perímetro.

Cada unión roscada 10 está compuesta de un elemento de rosca 11 tipo perno y de una tuerca roscada 12 atornillada en la sección de rosca del elemento de rosca 11. La tuerca roscada 12 se apoya con su parte inferior en la parte

superior, preferentemente plana, de la brida anular 7A.

El elemento de rosca 11 está configurado en el ejemplo de realización de tal modo que un tornillo con un collar o cabeza ampliada radialmente se apoya desde abajo contra la brida anular inferior 7B de la unión de brida 7.

5 Entre la tuerca roscada 12 y la brida anular superior 7A puede haber adicionalmente una arandela, como es habitual en uniones roscadas.

10 Las uniones roscadas 10 están dispuestas de forma uniformemente distribuida alrededor del espacio 9, es decir, a distancias iguales a lo largo de la unión de brida 7. La distancia perimetral del eje de atornillado de una unión roscada al eje de atornillado de la unión roscada que sigue inmediatamente a continuación es, por tanto, siempre la misma. Si se conoce, por lo tanto, el radio del anillo respecto al centro del espacio 9 en el que se encuentran los ejes de las uniones roscadas 10 y también el número total de uniones roscadas, pueden determinarse por cálculo las distancias en la dirección perimetral entre los ejes de las uniones roscadas. Estas especificaciones geométricas se usan para
15 desplazar el carro 6 con la herramienta 5 dispuesta en el mismo a lo largo de la extensión de la brida 7 a diferentes posiciones de trabajo, estando caracterizada cada posición de trabajo porque la herramienta 5 se encuentra por encima y alineada con el eje de la unión roscada 10 que ha de apretarse respectivamente.

20 La herramienta 5 usada en el dispositivo puede ser un atornillador dinamométrico hidráulico, un atornillador eléctrico o un cilindro de sujeción de pernos.

A continuación, con ayuda de la figura 10, se describe con más detalle a este respecto la variante del cilindro de sujeción de pernos. Sobre todo al volver a apretar uniones roscadas, este último está caracterizado porque se consigue un procedimiento de sujeción de pernos en gran medida libre de torsión, es decir, sin que se produzcan fuerzas de
25 torsión relativamente grandes a lo largo de la longitud del atornillado. Para ello, no se gira directamente la tuerca 12 con un alto par de torsión, sino que se expande el elemento de rosca 11 en su dirección longitudinal, por ejemplo mediante fuerzas hidráulicas, por lo que la parte inferior de la tuerca 12 se libera de la brida anular 7A. En el estado expandido, la tuerca 12 se vuelve a apretar con un par de torsión relativamente bajo. Un cilindro de sujeción de pernos 5 de este tipo y un procedimiento de sujeción de pernos de este tipo alargando el elemento de rosca 11 se describen
30 más adelante con detalle.

Todas las uniones roscadas 10 se extienden con sus ejes de atornillado en ángulo recto con respecto a la parte superior de la brida anular 7A y paralelamente al eje principal central de las secciones de torre 8A, 8B.

35 Elemento básico de la unidad desplazable 1 es el portaherramientas 20. Para que este pueda desplazarse a lo largo de la unión de brida a diferentes posiciones de trabajo, el portaherramientas 20 está provisto de varios rodillos de rodadura, que en parte están accionadas y hacen avanzar así el portaherramientas 20, y en parte no están accionadas, es decir, solo ruedan también durante el desplazamiento.

40 En el ejemplo de realización aquí representado están previstos dos rodillos 21A, 21B, mediante los que el portaherramientas 20 se apoya en la parte superior de la unión de brida 7. Los rodillos 21A, 21B están alojados en ejes de giro horizontales en el portaherramientas 20. El rodillo 21A es un rodillo accionado, mientras que el rodillo 21B es un rodillo que gira libremente. Los rodillos 21A, 21B soportan la mayor parte de las fuerzas de peso del portaherramientas 20 y de las unidades dispuestas sobre él, incluida la herramienta 5. Puesto que los rodillos 21A,
45 21B están cargados fuertemente con peso, es recomendable que al menos uno de estos rodillos, en este caso el rodillo 21A, sea el rodillo de accionamiento.

Un motor de accionamiento eléctrico 24 acciona el rodillo 21A y forma junto con este el accionamiento de desplazamiento del dispositivo. El motor de accionamiento 24 del accionamiento de desplazamiento no está dispuesto en el mismo árbol que el rodillo accionado 21A, sino que una correa dentada o una cadena transmite el giro del motor de accionamiento 24 en forma de un giro igual, multiplicado o reducido del rodillo de accionamiento 21A. No obstante, si hay suficiente espacio, el motor de accionamiento 24 puede estar dispuesto en el mismo árbol que el rodillo 21A. El motor de accionamiento 24 del accionamiento de desplazamiento recibe señales de control de accionamiento de desplazamiento de la unidad de control 4.

50 En el trayecto de accionamiento entre el motor de accionamiento 24 y el rodillo 21A está dispuesto un acoplamiento 25 conmutable, preferentemente un acoplamiento electromagnético. El acoplamiento 25 recibe sus señales de conmutación de acoplamiento también de la unidad de control electrónica 4. Cuando el acoplamiento 25 se separa o se desconecta, el rodillo puede girar libremente, de modo que el portaherramientas 20 puede moverse libremente en la dirección de marcha simplificando el juego así posible el centraje de la herramienta 5 respecto al eje de atornillado de la unión roscada 10 correspondiente.

60 En el portaherramientas 20 están alojados además rodillos 22, aunque en ejes de giro sustancialmente verticales. Estos rodillos de rodadura adicionales apoyan el carro contra la pared interior 23 de la sección de torre. En comparación con los rodillos 21A, 21B, los rodillos 22 están cargados poco con peso. No obstante, se apoyan contra la pared interior 23, lo que se consigue mediante una disposición de los rodillos 21A, 21B en la que el centro de

gravedad de peso del carro se encuentra más en el exterior que la línea de rodadura de los rodillos 21A, 21B.

Los rodillos 22 adicionales no son rodillos accionados, sino solo rodillos que giran por arrastre. Preferentemente, al menos uno de los rodillos 22 está acoplado sin deslizamiento con un codificador angular 26. El codificador angular 26 permite la detección de señales angulares del rodillo. A partir de las señales angulares, el procesador de la unidad de control electrónica 4 calcula el tramo de trayecto del portaherramientas 20 a lo largo de la pared interior 23. A partir de ello puede determinarse y comprobarse a su vez por cálculo mediante el procesador qué distancias recorre o ha recorrido el portaherramientas 20 a lo largo del anillo en el que están dispuestas las uniones roscadas 10.

Para la guía lateral del carro 6, en la parte inferior del portaherramientas 20 está fijado un elemento de alineación 30, preferentemente presente dos veces. El elemento de alineación 30 está provisto de una superficie de alineación 30A que se extiende en la dirección de marcha, cuya normal a la superficie está orientada hacia el interior y por lo tanto en la dirección opuesta a la dirección en la que el portaherramientas se apoya mediante los rodillos 22 adicionales. Las superficies de alineación 30A están dispuestas en el carro 6 a una altura tal que se encuentran durante el funcionamiento a la altura de las secciones finales de rosca 11A de los elementos de rosca 11 y por encima de la tuerca 12. Por lo tanto, se encuentran un poco al exterior de las secciones finales de rosca 11A en las que pueden apoyarse. En el desplazamiento del carro 6, esto tiene como consecuencia que este se apoya en el lado posterior de las secciones finales de rosca 11A, de modo que el carro 6 no puede salir hacia el interior de la línea de rodadura predeterminada por los rodillos 21A, 21B. En la otra dirección, es decir, hacia el exterior, ya se encargan los rodillos 22 adicionales de la guía lateral necesaria del carro.

Son componentes del portaherramientas accionado 20 una plataforma inferior 31 y una plataforma superior 32 dispuesta de manera fija con respecto a la plataforma inferior 31. Bajo la plataforma inferior 31 se apoyan los rodillos 21A, 21B. Para una elevación y un transporte sencillos del carro completo 6, en la plataforma superior 32 están fijados ojales en los que se puede enganchar un gancho de grúa.

Sobre una superficie en la parte superior de la plataforma inferior 31, se apoya un bastidor 33 que aloja la herramienta 5. El bastidor 33 está configurado como una guía vertical 34 para la regulación en altura de la herramienta 5.

En la parte superior de la plataforma 31, por un lado, y en la base del bastidor 33, por otro lado, hay elementos de una guía transversal 35 con dirección de guía transversalmente a la dirección longitudinal y, por tanto, a la dirección de desplazamiento del portaherramientas 20. Por medio de la guía transversal 35, que opera con baja fricción, el bastidor 33 y, por tanto, la herramienta 5 dispuesta en él, están montados de manera desplazable sobre la plataforma 31 y, concretamente, con posibilidad de desplazamiento transversalmente a la dirección de desplazamiento del portaherramientas.

La posibilidad de desplazamiento del bastidor 33 respecto a la plataforma 31 puede estar completada por una disposición de resorte 36, que, en ausencia de fuerzas transversales, mantiene el bastidor 33 en una posición central respecto a la plataforma 31. Es decir, cuando no actúan fuerzas transversales sobre la herramienta 5 y, por lo tanto, sobre el bastidor 33, este vuelve guiado por la guía transversal 35 y bajo la fuerza de la disposición de resorte 36 automáticamente a la posición central.

El bastidor 33 constituye al mismo tiempo una guía vertical 34 para la regulación en altura de la herramienta 5. Para ello, el bastidor está compuesto de la base de bastidor 41 que se apoya de forma desplazable en la plataforma 31 y que es guiada en la guía transversal 35, de barras guía 42 verticales, fijadas rígidamente en la base de bastidor, de un marco de bastidor superior 49 que une los extremos superiores de estas barras, así como de un marco de bastidor 50 regulable en altura por el accionamiento por motor. El marco de bastidor 50 móvil hacia arriba y hacia abajo es guiado por las barras guía 42 de la guía vertical 34. En el marco de bastidor 50 está fijada la herramienta 5.

Para el verdadero proceso de sujeción, la herramienta 5 trabaja ciertamente hidráulicamente. Para el funcionamiento automático de la herramienta, sin embargo, están presentes también al menos dos accionamientos eléctricos 51, 52. Los dos accionamientos 51, 52 trabajan en función de señales de control de herramienta de la unidad de control. El primer accionamiento eléctrico 51 acciona un casquillo intercambiable dispuesto de manera giratoria en el cilindro de sujeción de pernos. Se encuentra preferentemente en la parte superior de la carcasa de cilindro del cilindro de sujeción de pernos. El segundo accionamiento eléctrico 52 está dispuesto más abajo y preferentemente en el marco de bastidor 50 regulable en altura.

El segundo accionamiento eléctrico 52 acciona un casquillo rotatorio, mediante el que la tuerca roscada 12 puede ponerse en rotación por arrastre de forma. Además, el segundo accionamiento 52 puede estar realizado para elevar y descender el marco de bastidor 50 y por lo tanto la herramienta 5 respecto al bastidor 33, lo que se consigue en el ejemplo de realización mediante un accionamiento roscado 56 dispuesto en paralelo a las barras guía 42, con el que puede acoplarse el árbol de accionamiento del segundo accionamiento 52.

El segundo accionamiento 52 tiene, por tanto, dos funciones. En función de correspondientes señales de control de herramienta de la unidad de control se puede acoplar o bien con el casquillo rotatorio o bien con el accionamiento roscado 56.

Al apretar, volver a apretar o también aflojar las uniones roscadas 10, en principio puede suceder que los elementos de rosca 11 giren también de manera no deseada. Para impedir esto durante el proceso de sujeción, en el portaherramientas 20 está dispuesta además de la herramienta para apretar también una herramienta de sujeción 70 que sirve como contrasoposte. Componente de la herramienta de sujeción 70 es al menos una superficie sufridera 75, que puede apoyarse contra una superficie en la sección ampliada radialmente del elemento de rosca 11, por ejemplo contra la superficie de un hexágono, del que está provisto el elemento de rosca 11 por debajo de la unión de brida 7. La unión por arrastre de forma así formada impide que gire también el elemento de rosca 11 al apretar, volver a apretar o aflojar la unión roscada 10.

Para hacer encajar la superficie sufridera 75 con la superficie en la sección ampliada radialmente del elemento de rosca 11, en la plataforma inferior 31 está dispuesto un accionamiento eléctrico 77 para que la herramienta de sujeción 70 realice un movimiento de ida y vuelta entre una posición pasiva y una posición activa, la posición de contrasoposte. Solo en la posición activa, la superficie sufridera 75 llega a hacer contacto con la correspondiente superficie y en particular la superficie hexagonal del elemento de rosca 11. El procesador de la unidad de control 4 está realizado para controlar el accionamiento eléctrico 77 mediante señales de control de herramienta de sujeción.

La sección de herramienta 79 de la herramienta de sujeción 70, en la forma de realización representada, está diseñada al modo de una llave abierta con dos superficies sufrideras 75 dispuestas una opuesta a la otra y paralelas entre sí.

El accionamiento 77 de la herramienta de sujeción 70 trabaja en este caso transversalmente a los ejes de las uniones roscadas. El accionamiento 77 para el movimiento de ida y vuelta de la herramienta de sujeción 70 está configurado en la forma de realización descrita en este caso como accionamiento de cremallera. Alternativamente, existe la posibilidad, no representada en el dibujo, de que el accionamiento de la herramienta de sujeción trabaje paralelamente al eje de la unión roscada 10, es decir, verticalmente.

La herramienta de sujeción 70 comprende un cuerpo básico de herramienta 78 unido por el lado de accionamiento con el accionamiento 77, así como la sección de herramienta 79 con las superficies sufrideras 75 configuradas en ella. La sección de herramienta 79 es guiada en contra de la fuerza de un resorte 80 de manera móvil en el cuerpo básico de herramienta 78. Cuando se desplaza por lo tanto la herramienta de sujeción 70 hacia el elemento de rosca 11, el resorte 80 retiene la sección de herramienta 79 hasta que estas partes hayan adoptado una posición de giro que permite una unión por arrastre de forma. Mediante el giro relativo de las partes que intervienen se alcanza en algún momento una posición de giro en la que las superficies sufrideras 75 pueden enclavar bajo presión de resorte de forma segura y por arrastre de forma, pudiendo encajar una en la otra.

En caso de una sección de herramienta 79 no cargada, es decir, sin contacto o arrastre de forma en el elemento de rosca, la sección de herramienta 79 se apoya bajo la fuerza del resorte 80 contra un tope 81, que se encuentra en el cuerpo básico de herramienta 78.

Puesto que los rodillos 21A, 21B definen un plano de contacto E del carro o del portaherramientas 20, el accionamiento 77 de la herramienta de sujeción 70 está dispuesto por encima de este plano de contacto E, estando fijado el accionamiento preferentemente en la plataforma 31. Desde allí se extiende el cuerpo básico de herramienta 78 más allá del plano de contacto E y desciende hasta la sección de herramienta 79. Esta se encuentra a una altura por debajo de la unión de brida 7.

La longitud del cuerpo básico de herramienta 78 y, por tanto, la posición básica de la sección de herramienta 79 se puede ajustar manualmente. La posición así ajustada se asegura por medio de un tornillo de apriete. También el accionamiento 77 de la herramienta de sujeción 70 se controla mediante señales de control de la unidad de control 4, concretamente mediante señales de control de herramienta de sujeción. El control tiene lugar de tal modo que la herramienta de sujeción 70 se mueve como pronto de su posición de reposo a su posición activa cuando el portaherramientas 20 ha adoptado una posición de trabajo en la que el eje de la herramienta 5 está alineado con el eje del elemento de rosca 11 correspondiente.

En el funcionamiento práctico del dispositivo, la unidad estacionaria 2 se coloca de forma separada en el espacio de la unidad desplazable 1, es decir, del carro, en un lugar adecuado en el espacio 9. Este lugar puede ser, por ejemplo, un entresuelo o una escalera montada fija para el personal de servicio que una los pisos individuales de la torre. Preferentemente, sin embargo, la unidad estacionaria 2 se ubica de la manera más central posible dentro del espacio 9. Por ello es necesario conectar por medio del ramal de suministro y señales 3 adecuado las unidades y los equipos de la unidad estacionaria 2 con el carro 6. Forman parte de la unidad estacionaria 2, por ejemplo, un módulo de energía 88 o módulos de energía para el suministro de energía del accionamiento de desplazamiento, de la herramienta 5, incluidas todas sus funciones, y de la herramienta de sujeción 70.

También la unidad de control 4 es parte de la unidad estacionaria 2. Entre otras cosas, la unidad de control 4 está realizada para desplazar el portaherramientas 20 mediante señales de control de accionamiento de desplazamiento en la dirección longitudinal del portaherramientas 20 hasta una posición de trabajo, en la que la herramienta 5 está opuesta a la unión roscada que ha de apretarse en cada caso, y para realizar mediante señales de control de

herramienta el apriete de la unión roscada y el giro de la tuerca.

Preferentemente, la unidad de control 4 está dispuesta en el módulo de energía 88, o está dispuesta junto con este en un soporte. En la forma de realización según las figuras 1 y 2, la unidad estacionaria 2 está agrupada en una caja. Rodillos de rodadura bajo la caja, así como mangos en la caja facilitan su manipulación durante el transporte.

Para el suministro de energía, líneas de suministro de energía conducen desde el módulo de energía 88 al portaherramientas 20. Entre ellos, se encuentra, por ejemplo, un cable de electricidad para el suministro eléctrico de los diferentes accionamientos eléctricos del portaherramientas 20, de la herramienta 5 y de la herramienta de sujeción 70. Un distribuidor de energía eléctrica también puede ser parte del módulo de energía 88.

Los ramales de suministro también incluyen un conducto hidráulico 87 para el suministro de la herramienta 5 de accionamiento hidráulico. También la correspondiente bomba hidráulica 86 es parte de la unidad estacionaria 2.

Para la transmisión de las señales de control de accionamiento de desplazamiento, las señales de control de herramienta, las señales de control de herramienta de sujeción y las señales de conmutación de acoplamiento, existe además al menos una línea de señales entre la unidad de control 4 y el portaherramientas 20. La conexión por señal, sin embargo, también puede ser inalámbrica o sin cable.

Dichas líneas reunidas como ramal de suministro y de señales 3 entre la unidad estacionaria 2 y el carro 6 son guiadas en lo posible y al menos en una longitud parcial en paralelo o de forma mecánicamente unidas entre sí.

Para la guía del ramal 3, es parte del dispositivo un bastidor pivotante 95 instalado lo más centralmente posible en el espacio 9 con uno o varios ejes pivotantes perpendiculares. El bastidor pivotante 95, para su fijación dentro del espacio 9 está provisto de medios de fijación, por ejemplo, soportes atornillables. El ramal de suministro y señales 3 está suspendido en el bastidor pivotante 95. Este está realizado para apoyar el ramal 3 en el espacio 9 a lo largo de un ángulo de rotación de al menos aproximadamente 360°, de modo que el ramal 3 puede seguir el movimiento del carro 6 a lo largo de todo el perímetro de la brida.

Para que unas piezas montadas y obstáculos en el espacio 9 no obstaculicen el movimiento del ramal 3 a lo largo de los 360° completos, en el portaherramientas 20 se ha creado la posibilidad de desplazar la sección del ramal de suministro y señales 3 que termina allí respecto al portaherramientas 20 en la dirección de marcha. Para ello, el portaherramientas 20 está provisto en su plataforma superior 32 de un deslizador 96 móvil en dirección de marcha del portaherramientas 20. El deslizador 96 está provisto de una abertura, a través de la cual el ramal 3 llega al interior del carro o portaherramientas 20. El deslizador 96 con la abertura es libremente móvil, de modo que en función de la posición del deslizador, el ramal 3 conduce más bien hacia la parte delantera o hacia la parte trasera hacia el interior del carro.

La figura 10 muestra el cilindro de sujeción de pernos 5 de accionamiento hidráulico que forma aquí la herramienta, que sirve para apretar, sobre todo volver a apretar y dado el caso también aflojar las uniones roscadas 10 representadas en las figuras 1 y 2. Se representa el cilindro de sujeción de pernos en su posición de funcionamiento antes de la aplicación de la presión hidráulica. En esta posición, ha descendido en tal medida que se apoya con su parte inferior 102 sobre la brida anular 7A.

Con el cilindro de sujeción de pernos 5 puede aplicarse en la dirección longitudinal de perno una fuerza de tensión previa predeterminada al elemento de rosca 11, por lo que se expande un poco el elemento de rosca 11, para apretar o volver a apretar al mismo tiempo la tuerca roscada 12 de la unión roscada.

Un casquillo intercambiable 114 dispuesto de manera giratoria en una carcasa de cilindro 100 del cilindro de sujeción de pernos 5 está provisto en uno de sus extremos de una rosca interna 116. Con esta rosca, el casquillo intercambiable 114 es atornillado antes del comienzo del proceso de sujeción, mediante rotación del casquillo intercambiable 114, sobre la sección final de rosca libre 11A del elemento de rosca 11 que sobresale hacia arriba sobre la tuerca 12. A este atornillado del casquillo intercambiable 114 va acompañado también un descenso correspondiente de todo el cilindro de sujeción de pernos 5 hasta que descansa la parte inferior 102 en la brida anular 7A, puesto que el casquillo intercambiable no tiene un juego longitudinal o solo uno muy pequeño respecto a la carcasa de cilindro 100.

A continuación, el casquillo intercambiable 114 atornillado con el elemento de rosca 11 se somete a tensión hidráulicamente, por medio de lo cual se expande la unión roscada en dirección longitudinal. De este modo se libera la superficie de contacto 12A de la tuerca roscada 12, de modo que la tuerca roscada 12 puede girarse en este caso con poca resistencia al giro, pudiendo apretarse o volver a apretarse de este modo respecto a la base, es decir, la brida anular 7A y dado el caso una arandela.

El mecanismo de sujeción hidráulica se encuentra en la carcasa de cilindro 100 resistente a la presión. Esta se puede componer de varias secciones de cilindro de tipo modular. La prolongación rígida de la carcasa de cilindro 100 es un tubo de apoyo 101. Este es o bien, como se representa, parte propia de la carcasa de cilindro 100, o un componente separado. El tubo de apoyo 101 está abierto hacia la unión roscada, rodea a este respecto la tuerca roscada 12 y se

apoya con la parte inferior 102 en la parte superior de la brida anular 7A. Esta constituye, por tanto, durante el proceso de sujeción el contrasoprote. El proceso de sujeción se realiza mediante tracción del casquillo intercambiable 114 en la sección final de rosca 11A, atornillándose la tuerca 12 hacia abajo al volver a apretar, hasta que asiente con su superficie de contacto 12A nuevamente firmemente contra la brida 7A.

5 El tubo de apoyo 101 está provisto de al menos una abertura, que tiene tal tamaño que se puede girar la tuerca 12 a través de la abertura y, por tanto, se puede volver a apretar. Por supuesto, esto solo es posible si el dispositivo de sujeción trabaja al mismo tiempo, no estando cargada por lo tanto la tuerca 12 por una fricción considerable. El giro de la tuerca roscada 12 se efectúa por medio de un casquillo rotatorio 110 que rodea la tuerca. El casquillo rotatorio 10 110 es accionado por una transmisión 111, que está fijada lateralmente en el tubo de apoyo 101 y trabaja a través de la abertura de este.

La carcasa de cilindro 100 está provista de una conexión hidráulica 112, mediante la que un espacio de trabajo hidráulico 118 en el interior de la herramienta está conectado a través del conducto hidráulico 87 flexible, pero 15 resistente a presión, con una bomba hidráulica 86 (figura 1). La bomba hidráulica 86 es un componente de la unidad estacionaria 2.

A través de la conexión hidráulica 112 llega fluido hidráulico bajo alta presión al espacio de trabajo 118, por lo que se solicita con presión hidráulica un pistón 115 alojado en la carcasa de cilindro 100 de forma que es móvil en la dirección 20 longitudinal. Mediante el desarrollo de fuerza hidráulica en el espacio de trabajo hidráulico 118, el émbolo 115 es presionado hacia arriba. Esto tiene lugar en contra de la fuerza de un resorte 117 que solicita el pistón 115. El resorte 117 sirve como resorte de retroceso de pistón y solicita el pistón 115 directamente con una fuerza que tiende a mantener el pistón en su posición básica, en la que el espacio de trabajo hidráulico 118 tiene su volumen más pequeño.

25 El émbolo 115 rodea en forma anular el casquillo intercambiable 114. En su borde interior, el pistón 115 está provisto de un escalón periférico que forma una superficie de arrastre 121, en la que se apoya el casquillo intercambiable 114 con una sección ampliada radialmente 125. De esta manera, el casquillo intercambiable 114 puede ser arrastrado por el émbolo 115. Sin la carga de presión, el casquillo intercambiable 114 puede girar libremente con respecto al émbolo 115 y con respecto a la carcasa de cilindro 100.

30 Al igual que el pistón 115, el casquillo intercambiable 114 se encuentra de forma central en el eje longitudinal de la carcasa de cilindro 100 y está compuesto sucesivamente de una sección con la rosca interna 116, que se atornilla en la sección final de rosca 11A del elemento de rosca 11, de la sección ampliada radialmente 125 y de una sección de accionamiento 126. La sección de accionamiento 126 se encuentra en el extremo del casquillo intercambiable 114 35 opuesto al elemento de rosca 11.

En la sección de accionamiento 126 ataca el árbol del accionamiento eléctrico 51 que funciona en función de señales de control de herramienta de la unidad de control, para girar el casquillo intercambiable 114 y atornillarlo o bien antes del proceso de sujeción, descendiendo toda la carcasa de cilindro 100 a la sección final de rosca 11A, o volver a 40 desatornillarlo después del proceso de sujeción, elevándose toda la carcasa de cilindro 100 de la sección final de rosca 11A.

En la medida en la que antes y después del proceso de sujeción es necesaria una regulación de altura de la carcasa de cilindro 100 más extensa, es decir, que no puede realizarse solo mediante el giro del casquillo intercambiable 114, 45 esta regulación de altura adicional se realiza mediante la guía vertical 34 eléctricamente accionada. También esta guía trabaja en función de señales de control, es decir, señales de control de herramienta, de la unidad de control 4.

Es cuando el casquillo intercambiable 114 se ha vuelto a atornillar en la sección final de rosca 11A, cuando la unidad de control 4 inicia el proceso de sujeción hidráulico, desarrollando la bomba hidráulica 86 presión hidráulica por las 50 señales de control hidráulicos de la unidad de control 4.

También el atornillado y desatornillado controlado y accionado por motor del casquillo intercambiable 114 se efectúa en función de señales de control de herramienta de la unidad de control 4.

55 La figura 11 muestra una forma de realización en la que la herramienta de sujeción 70 que asegura contra el giro y la herramienta 5 están dispuestas combinadas en el carro o en el portaherramientas.

La herramienta de sujeción 70 está fijada en el portaherramientas 20, en este caso en la plataforma inferior 31 de este, y comprende dos mordazas de apriete 130 móviles una hacia la otra de forma alineada con el eje de atornillado. Los 60 extremos de estas mordazas forman en este caso las superficies sufrideras 75A, 75B, y están realizados para ello como conchas. El radio de las conchas es esencialmente igual al radio de la sección de rosca 11A del elemento de rosca 11.

El accionamiento de las dos mordazas de apriete 130 se efectúa de forma eléctrica, estando realizada la unidad de control 4 (figura 1) a su vez para controlar este accionamiento mediante las señales de control de herramienta de sujeción. Para que en esta forma de realización las superficies sufrideras 75A, 75B presionen directamente la sección 65

de rosca, el accionamiento de la herramienta de sujeción 70 debe generar unas fuerzas de presión relativamente elevadas. Para aumentar adicionalmente la resistencia de fricción, las superficies sufrideras 75A, 75B pueden presentar un forro de fricción adecuado, por ejemplo de goma, o una superficie no lisa adecuada. Por ejemplo, esta superficie puede estar adaptada en su estructura a la estructura exterior de la rosca de tal modo que se consiga un amplio bloqueo contra el giro.

Las mordazas de apriete 130 de la herramienta de sujeción 70 se extienden a través de aberturas 131 en la herramienta 5, encontrándose las superficies sufrideras 75A, 75B en el interior de la herramienta 5. Las mordazas de apriete 130 están guiadas en la herramienta de sujeción 70 montada de manera fija en el portaherramientas de tal modo que se pueden mover exclusivamente por medio del accionamiento en su dirección de apriete.

Las aberturas 131 se encuentran en el tubo de apoyo 101 de la herramienta 5. Llegan de manera continua hasta la parte inferior 102 del tubo de apoyo 101. De este modo queda garantizado que los componentes de la herramienta de sujeción 70 no pueden obstaculizar la herramienta 5, cuando se hace descender para el proceso de sujeción. Si bien la herramienta 5 y la herramienta de sujeción 70 están combinadas desde el punto de vista constructivo, sus funciones están separadas una de la otra.

La forma de realización de la figura 11 aprovecha que entre la parte superior de la tuerca 12 y la sección final de rosca 11A rodeada por el casquillo intercambiable 114 en la práctica está disponible en muchos casos una sección longitudinal de rosca de aproximadamente 5 mm. Esta sección longitudinal de rosca es suficiente para impedir mediante las mordazas de apriete 130 allí juntadas el giro del elemento de rosca 11.

También en la forma de realización de acuerdo con la figura 11, la unidad de control 4 (figura 1) puede estar realizada para desplazar el portaherramientas 20 incluido el cilindro de sujeción de pernos 5 mediante señales de control de accionamiento de desplazamiento hasta una posición de trabajo, en la que el cilindro de sujeción de pernos 5 está opuesto a la unión roscada que ha de apretarse en cada caso, y para controlar mediante señales de control de herramienta el apriete axial de la unión roscada y el giro de la tuerca 12. Adicionalmente, la unidad de control 4 (figura 1) está realizada para controlar el accionamiento de la herramienta de sujeción 70 mediante señales de control de herramienta de sujeción.

La figura 12 muestra otra forma de realización. En esta, la herramienta de sujeción 70 que asegura contra el giro está dispuesta centralmente en la herramienta 5 configurada como cilindro de sujeción de pernos. El propio cilindro de sujeción de pernos se corresponde en su tipo de estructura básica con la forma de realización según la figura 10 o la figura 11. Esto es válido para la carcasa de cilindro 100, para el pistón guiado en esta, aunque en este caso es un pistón doble 115, para el casquillo intercambiable 114 giratorio en la carcasa de cilindro y para el casquillo rotatorio 110 dispuesto de manera giratoria en la carcasa de cilindro para el giro de la tuerca 12.

En la figura 12, en el eje longitudinal del casquillo intercambiable 114 está dispuesta una barra 140, para lo que el casquillo intercambiable 114 está provisto de un taladro longitudinal correspondiente. La barra 140, de una sola pieza o de varias, está provista en su extremo inferior en la figura 12 de la herramienta de sujeción 70 y, en la zona de su extremo superior en la figura 12 está provista de una fijación contra giro 141. La fijación contra giro 141 sujeta la barra 140 de manera resistente al giro en relación a la carcasa de cilindro 100. Esto se consigue en el ejemplo de realización engranándose un perno 142 fijado en la carcasa en una ranura longitudinal 143 en la barra 140. La ranura longitudinal 143 se extiende axialmente por una parte de la longitud del 140.

La forma de realización de la figura 12 es adecuada para uniones roscadas en las que el elemento de rosca 11 está provisto en la parte frontal de su sección final de rosca 11A adicionalmente de un polígono 11B. El polígono 11B es en este caso un cuadrángulo que sobresale axialmente, pero también puede ser, por ejemplo, un hexágono o un cuadrángulo o hexágono interior configurado rebajado en la sección final de rosca 11A.

La herramienta de sujeción 70 está configurada como polígono correspondiente, en este caso como cuadrángulo interior, que puede acoplarse con el polígono 11B por arrastre de forma. Para la configuración de la herramienta de sujeción 70 se amplía correspondientemente el extremo inferior de la barra 140.

La herramienta de sujeción 70 se apoya axialmente y bajo fuerza de resorte constante contra el polígono 11B. La fuerza de resorte se aplica mediante un elemento de resorte 147, que se apoya por un lado en la herramienta de sujeción 70 o la barra 140 y por otro lado en el casquillo intercambiable 114. El elemento de resorte 147 hace que haya una fuerza de tensión previa axial constante de la herramienta de sujeción 70, de modo que ya después de un giro relativo corto la herramienta de sujeción 70 llega a encajar de forma segura en el polígono 11B. El espacio de juego axial necesario para ello se garantiza por medio de la longitud de la ranura longitudinal 143.

También en la figura 12, es componente de la herramienta 5 el accionamiento 51 para girar el casquillo intercambiable 114. No obstante, el accionamiento no tiene lugar de forma central en el eje longitudinal, puesto que allí se encuentra la barra 140. El accionamiento 51 se encuentra, por el contrario, desplazado lateralmente, estando presente una transmisión 148 en el camino de accionamiento entre accionamiento 51 y casquillo intercambiable 114. Componente de la transmisión 148 es una rueda dentada 149 resistente al giro con respecto al casquillo intercambiable 114. La

rueda dentada 149 presenta una abertura de paso 150, a través de la que se extiende la barra 140 de forma libremente giratoria.

5 También en la forma de realización de acuerdo con la figura 12, la unidad de control 4 (figura 1) puede estar realizada para desplazar el portaherramientas 20 incluido el cilindro de sujeción de pernos 5 mediante señales de control de accionamiento de desplazamiento hasta una posición de trabajo, en la que el cilindro de sujeción de pernos 5 está opuesto a la unión roscada que ha de apretarse en cada caso. Además, la unidad de control 4 puede estar realizada para controlar mediante señales de control de herramienta el apriete axial de la unión roscada y el giro de la tuerca 12.

10 También en la forma de realización de acuerdo con la figura 12, la unidad de control 4 (figura 1) puede estar realizada para controlar la herramienta de sujeción 70 mediante señales de control de herramienta de sujeción y un accionamiento correspondientes, haciéndose descender la barra 140 con la herramienta de sujeción 70 dispuesta rígidamente en la misma mediante el accionamiento de forma controlada a la unión roscada y volviendo a elevarse de forma controlada. La función del descenso y la elevación controladas de la herramienta de sujeción, sin embargo, también la puede realizar el elemento de resorte 147.

Lista de referencias

1	Unidad desplazable
2	Unidad estacionaria
3	Ramal, ramal de suministro y señales
4	Unidad de control
4A	Módulo de control de trayecto
4B	Módulo de documentación
5	Herramienta, cilindro de sujeción de pernos
6	Carro
7	Unión de brida
7A	Brida anular
7B	Brida anular
8A	Sección de torre
8B	Sección de torre
9	Espacio
20	Unión roscada
11	Elemento de rosca
11A	Sección final de rosca
11B	Polígono
12	Tuerca
12A	Superficie de contacto de la tuerca
20	Portaherramientas
21A	Rodillo, accionado
21B	Rodillo
22	Rodillo
23	Pared interior
24	Motor de accionamiento
25	Acoplamiento
26	Codificador angular
30	Elemento de alineación
30A	Superficie de alineación
31	Plataforma inferior
32	Plataforma superior
33	Bastidor
34	Guía vertical
35	Guía transversal
36	Disposición de resorte
41	Base de bastidor
42	Barra guía
49	Marco de bastidor superior
50	Marco de bastidor, regulable en altura
51	Accionamiento eléctrico
52	Accionamiento eléctrico
56	Accionamiento roscado
70	Herramienta de sujeción

75	Superficie sufridera
75A	Superficie sufridera
75B	Superficie sufridera
77	Accionamiento
78	Cuerpo básico de herramienta
79	Sección de herramienta
80	Resorte
86	Bomba hidráulica
87	Conducto hidráulico
88	Módulo de energía
95 96	Bastidor pivotante deslizador
100	Carcasa de cilindro
101	Tubo de apoyo
102	Parte inferior
110	Casquillo rotatorio
111	Transmisión
112	Conexión hidráulica
113	Cono en el perno
114	Casquillo intercambiable
115	Pistón
116	Rosca interior
117	Resorte
118	Espacio de trabajo hidráulico
121	Superficie de arrastre
125	Sección ampliada radialmente
126	Sección de accionamiento
130	Mordaza de apriete
131	Abertura
140	Barra
141	Fijación contra giro
142	Perno
143	Ranura longitudinal
147	Elemento de resorte
148	Transmisión
149	Rueda dentada
150	Abertura de paso
E	Superficie de contacto
N	Normal a la superficie

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para apretar uniones roscadas, que están dispuestas a lo largo de una unión de brida (7) que rodea de forma anular un espacio y preferentemente el interior de la torre de una turbina eólica y de las cuales cada unión roscada (10) está formada por un elemento de rosca (11) y una tuerca (12) atornillada en el mismo, apoyándose la tuerca (12) contra el primer lado y el elemento de rosca (11) contra el segundo lado de la unión de brida, presentando el dispositivo
 - un portaherramientas (20) desplazable a lo largo de la unión de brida (7) mediante un accionamiento de desplazamiento, provisto de un accionamiento de desplazamiento preferentemente eléctrico,
 - una herramienta (5) dispuesta en el portaherramientas (20) para apretar la unión roscada y girar la tuerca con relación a la unión de brida,
 - una unidad de control (4) que está realizada para desplazar el portaherramientas (20) mediante señales de control de accionamiento de desplazamiento hasta una posición de trabajo, en la que la herramienta (5) está opuesta a la respectiva unión roscada que ha de apretarse, y para controlar mediante señales de control de herramienta el apriete de la unión roscada y el giro de la tuerca,estando dispuesto en el portaherramientas (20) además de la herramienta (5) una herramienta de sujeción (70) con al menos una superficie sufridera (75) que puede asentarse contra el elemento de rosca (11), estando provisto el portaherramientas (20) de un accionamiento (77) para un movimiento de ida y vuelta de la herramienta de sujeción (70) entre una posición de reposo y una posición de contrasoprote, en la que la superficie sufridera (75) llega a asentarse contra el elemento de rosca (11), estando realizada la unidad de control (4) adicionalmente para controlar el accionamiento (77) de la herramienta de sujeción (70) mediante señales de control de herramienta de sujeción, estando provisto, para apretar uniones roscadas, el elemento de rosca (11) de la misma en el segundo lado de la unión de brida (7) de al menos una superficie de llave plana, estando realizada la superficie sufridera (75) para el contacto plano con la superficie de llave, y comprendiendo la herramienta de sujeción (70) un cuerpo básico de herramienta (78) unido en el lado de accionamiento al accionamiento (77) y una sección de herramienta (79) que presenta la al menos una superficie sufridera (75), **caracterizado por que** la sección de herramienta (79) es guiada en contra de la fuerza de un resorte (80) de forma móvil en el cuerpo básico de herramienta (78), siendo la dirección de movimiento igual a la dirección del movimiento de ida y vuelta de la herramienta de sujeción (70).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la herramienta de sujeción (70) presenta dos superficies sufrideras (75) orientadas una hacia la otra y paralelas entre sí.
3. Dispositivo según la reivindicación 2, **caracterizado por que** las dos superficies sufrideras (75) son las superficies de herramienta de una llave abierta.
4. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la herramienta de sujeción (70) presenta dos superficies sufrideras no orientadas una hacia la otra, preferentemente paralelas entre sí.
5. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** en la herramienta de sujeción (70) están realizadas varias superficies sufrideras que forman juntas una llave anular poligonal.
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** la dirección de accionamiento del accionamiento (77) de la herramienta de sujeción (70) se extiende transversalmente respecto al eje longitudinal de la unión roscada (10).
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** la dirección de accionamiento del accionamiento (77) de la herramienta de sujeción (70) se extiende en paralelo al eje longitudinal de la unión roscada (10).
8. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** para ser desplazable, el portaherramientas (20) está provisto de rodillos de rodadura (21A, 21B) alojados de forma giratoria, definiendo estos rodillos el plano de contacto (E) del portaherramientas (20), por que el accionamiento (77) para la herramienta de sujeción (70) está dispuesto por encima de este plano de contacto (E), y por que el cuerpo básico de herramienta (78) de la herramienta de sujeción se extiende más allá del plano de contacto (E) y desciende hasta la sección de herramienta (79).
9. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la sección de herramienta (79) se encuentra en la posición de reposo de la herramienta de sujeción (70) en una posición en el cuerpo básico de herramienta (78), en la que un tope en la sección de herramienta (79) se apoya bajo la fuerza del resorte (80) contra un tope en el cuerpo básico de herramienta (78).
10. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el accionamiento (77) para el movimiento de ida y vuelta de la herramienta de sujeción (70) está configurado como accionamiento de cremallera.
11. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el accionamiento de

desplazamiento del portaherramientas (20) y el accionamiento (77) de la herramienta de sujeción (70) son respectivamente independientes, siendo controlados, no obstante, por señales de la misma unidad de control (4).

12. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** un módulo de energía (88) que puede colocarse de forma separada del espacio del portaherramientas (20) para el suministro de energía del accionamiento de desplazamiento, de la herramienta (5) y de la herramienta de sujeción (70), conduciendo una línea de suministro de energía flexible en al menos una longitud parcial del módulo de energía (88) al portaherramientas (20).

13. Dispositivo según la reivindicación 12, **caracterizado por que** la unidad de control (4) está dispuesta en el módulo de energía (88) o está dispuesta junto con este en un soporte, por que para la transmisión de las señales de control de accionamiento de desplazamiento, de las señales de control de herramienta y de las señales de control de la herramienta de sujeción, hay una línea de señales eléctrica que conduce de la unidad de control (4) al portaherramientas (20) y por que la línea de señales está unida mecánicamente a la línea de suministro de energía, al menos en una longitud parcial.

14. Dispositivo según las reivindicaciones 12 o 13, **caracterizado por que** presenta además un bastidor pivotante (95) con uno o varios ejes de giro verticales, por que el bastidor (95) está provisto de medios de fijación para su fijación, y por que una sección longitudinal de la línea de suministro de energía está enganchada en el bastidor (95).

15. Dispositivo según la reivindicación 14, **caracterizado por que** el bastidor pivotante (95) está realizado para apoyar la línea de suministro de energía a lo largo de un ángulo de rotación de al menos aproximadamente 360°.

16. Dispositivo según una de las reivindicaciones 12 a 15, **caracterizado por que** el portaherramientas (20) presenta un paso para la línea de suministro de energía y el paso se encuentra en un deslizador (96), que está dispuesto en el portaherramientas (20) de manera que puede moverse, preferentemente de manera que puede moverse en la dirección de marcha del portaherramientas (20).

17. Dispositivo para apretar uniones roscadas, que están dispuestas a lo largo de una unión de brida (7) que rodea de forma anular un espacio y preferentemente el interior de la torre de una turbina eólica y de las cuales cada unión roscada (10) está formada por un elemento de rosca (11) y una tuerca (12) atornillada en el mismo, apoyándose la tuerca (12) contra el primer lado y el elemento de rosca (11) contra el segundo lado de la unión de brida, presentando el dispositivo

- un portaherramientas (20) desplazable a lo largo de la unión de brida (7) mediante un accionamiento de desplazamiento, provisto de un accionamiento de desplazamiento preferentemente eléctrico,
 - una herramienta (5) dispuesta en el portaherramientas (20) para apretar la unión roscada y girar la tuerca en relación a la unión de brida,
 - una unidad de control (4) que está realizada para desplazar el portaherramientas (20) mediante señales de control de accionamiento de desplazamiento hasta una posición de trabajo, en la que la herramienta (5) está opuesta a la unión roscada que ha de apretarse en cada caso, y para controlar mediante señales de control de herramienta el apriete de la unión roscada y el giro de la tuerca,
- estando dispuesta en el portaherramientas (20) además de la herramienta (5) una herramienta de sujeción (70) con al menos una superficie sufridera (75A, 75B) que puede asentarse contra el elemento de rosca (11), estando provisto el portaherramientas (20) de un accionamiento para un movimiento de ida y vuelta de la herramienta de sujeción (70) entre una posición de reposo y una posición de contrasoporte, en la que la superficie sufridera (75A, 75B) llega a asentarse contra el elemento de rosca (11), estando realizada la unidad de control (4) adicionalmente para controlar el accionamiento de la herramienta de sujeción (70) mediante señales de control de herramienta de sujeción, **caracterizado por que** la herramienta de sujeción (70) presenta dos superficies sufrideras (75A, 75B) que pueden moverse una hacia la otra cuando se ejerce una presión, y por que cada una de las superficies sufrideras (75A, 75B) están configuradas como conchas, cuyo radio es sustancialmente igual al radio de una sección de rosca del elemento de rosca (11).

18. Dispositivo según la reivindicación 17, **caracterizado por que** las superficies sufrideras (75A, 75B), para aumentar su resistencia de fricción frente a la sección de rosca, están provistas de un forro de fricción, por ejemplo de goma, o de una superficie no lisa.

19. Dispositivo según las reivindicaciones 17 o 18, **caracterizado por que** la herramienta de sujeción (70) se extiende a través de al menos una abertura (131) en la herramienta (5), encontrándose las superficies sufrideras (75A, 75B) de la herramienta de sujeción (70) en el interior de la herramienta (5).

20. Dispositivo según la reivindicación 19, **caracterizado por que** un componente de la herramienta (5) es un tubo de apoyo (101), con cuya parte inferior (102) la herramienta (5) puede apoyarse en la unión de brida, por que la al menos una abertura (131) por la que se extiende la herramienta de sujeción (70) se encuentra en el tubo de apoyo (101), y por que la abertura (131) llega en este caso de forma continua hasta la parte inferior (102).

21. Dispositivo para apretar uniones roscadas, que están dispuestas a lo largo de una unión de brida (7) que rodea de

forma anular un espacio y preferentemente el interior de la torre de una turbina eólica y de las cuales cada unión roscada (10) está formada por un elemento de rosca (11) y una tuerca (12) atornillada en el mismo, apoyándose la tuerca (12) contra el primer lado y el elemento de rosca (11) contra el segundo lado de la unión de brida, presentando el dispositivo

- 5 - un portaherramientas (20) desplazable a lo largo de la unión de brida (7) mediante un accionamiento de desplazamiento, provisto de un accionamiento de desplazamiento preferentemente eléctrico,
- una herramienta (5) dispuesta en el portaherramientas (20) para apretar la unión roscada y girar la tuerca en relación a la unión de brida,
- 10 - una unidad de control (4) que está realizada para desplazar el portaherramientas (20) mediante señales de control de accionamiento de desplazamiento hasta una posición de trabajo, en la que la herramienta (5) está opuesta a la respectiva unión roscada que ha de apretarse, y para controlar mediante señales de control de herramienta el apriete de la unión roscada y el giro de la tuerca,
- 15 **caracterizado por que** la herramienta (5) es un cilindro de sujeción de pernos hidráulico, con una carcasa de cilindro (100) que rodea un espacio de trabajo hidráulico (118), un casquillo intercambiable (114) dispuesto de manera giratoria en la carcasa de cilindro (100) y que puede atornillarse con una rosca interna (116) en el elemento de rosca (11), un accionamiento (51) para girar el casquillo intercambiable (114), y una herramienta de sujeción (70) que puede apoyarse en un polígono (11B) unido por moldeo al elemento de rosca (11), siendo guiada la herramienta de sujeción (70) longitudinalmente en el interior de la carcasa de cilindro (100) y siendo resistente al giro respecto a la carcasa de cilindro (100).
- 20

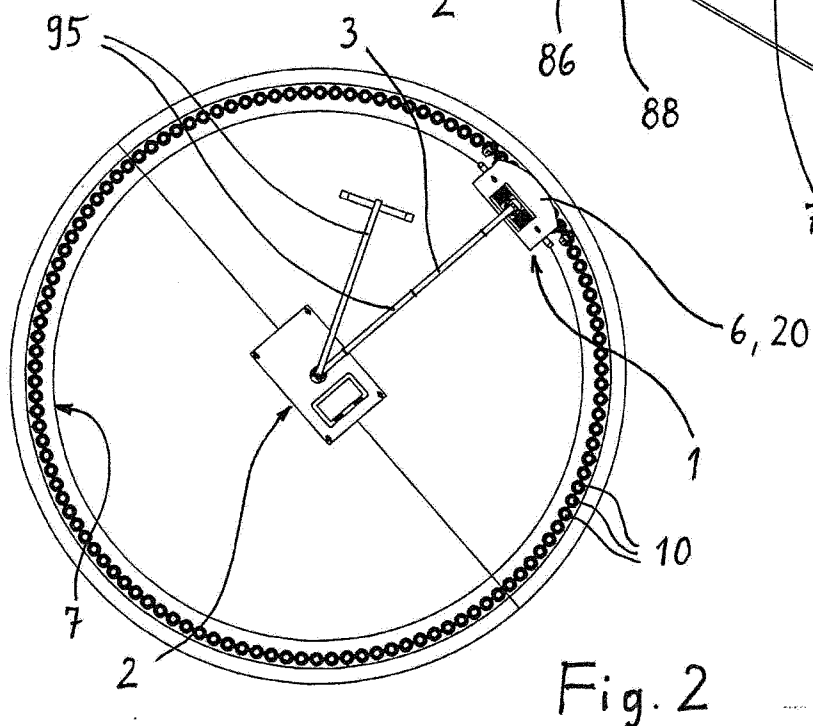
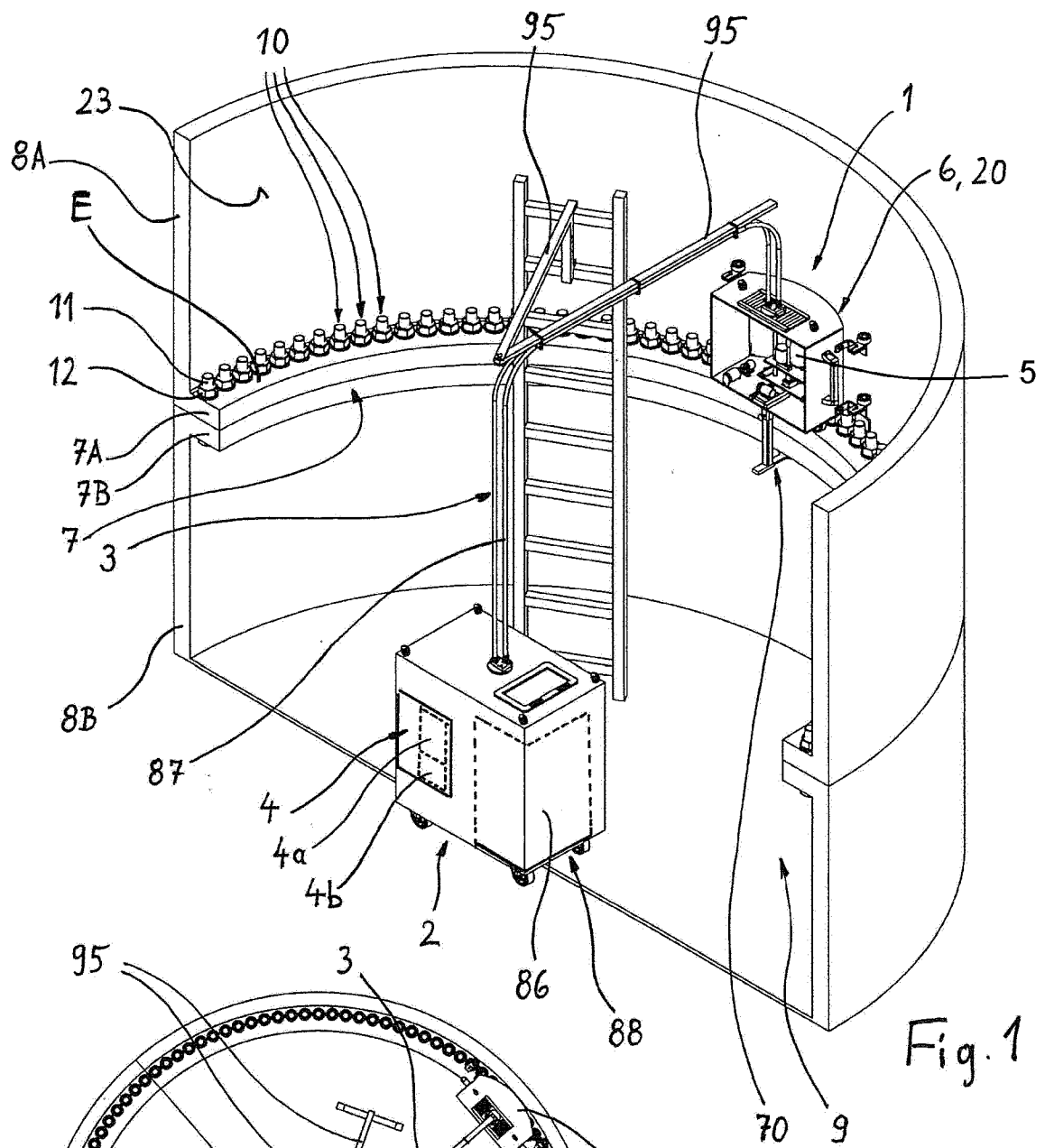
22. Dispositivo según la reivindicación 21, **caracterizado por que** la herramienta de sujeción (70) se apoya bajo fuerza de resorte contra la superficie de llave.

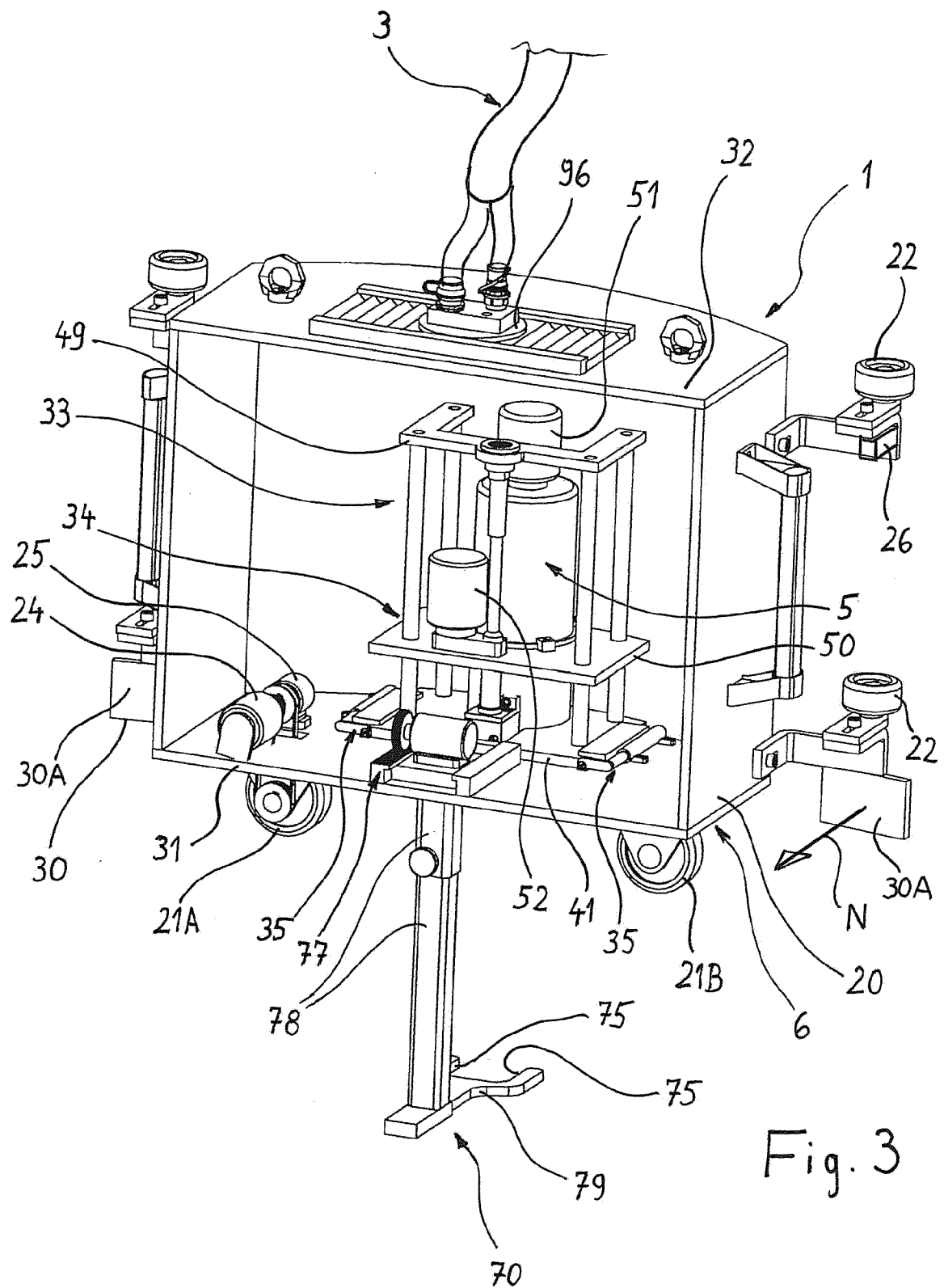
- 25 23. Dispositivo según la reivindicación 22, **caracterizado por** un elemento de resorte (147), que se apoya por un lado en la herramienta de sujeción (70) y por otro lado en el casquillo intercambiable (114).

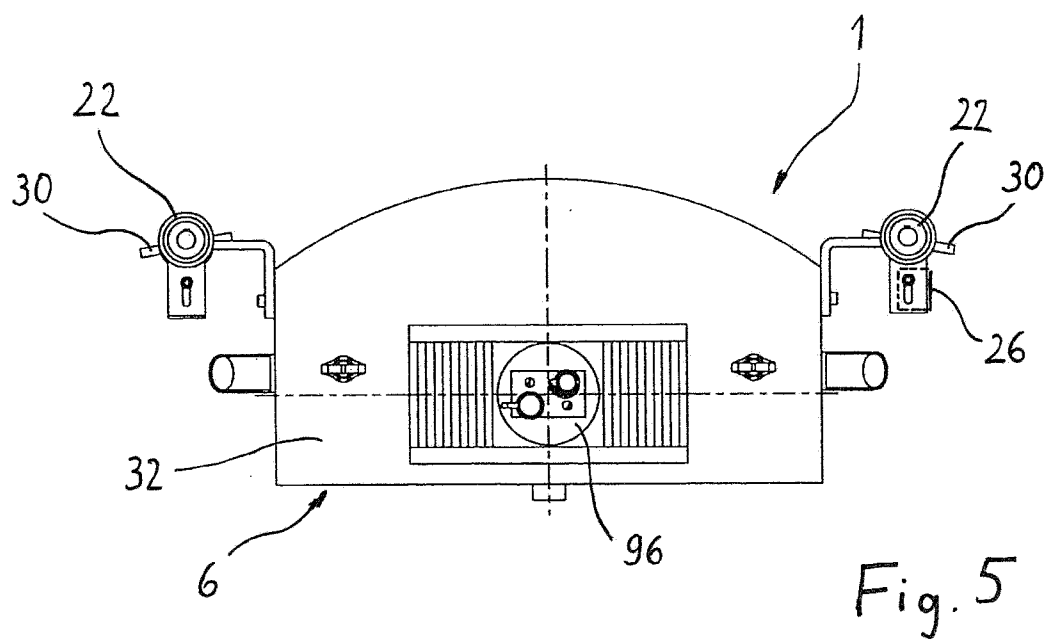
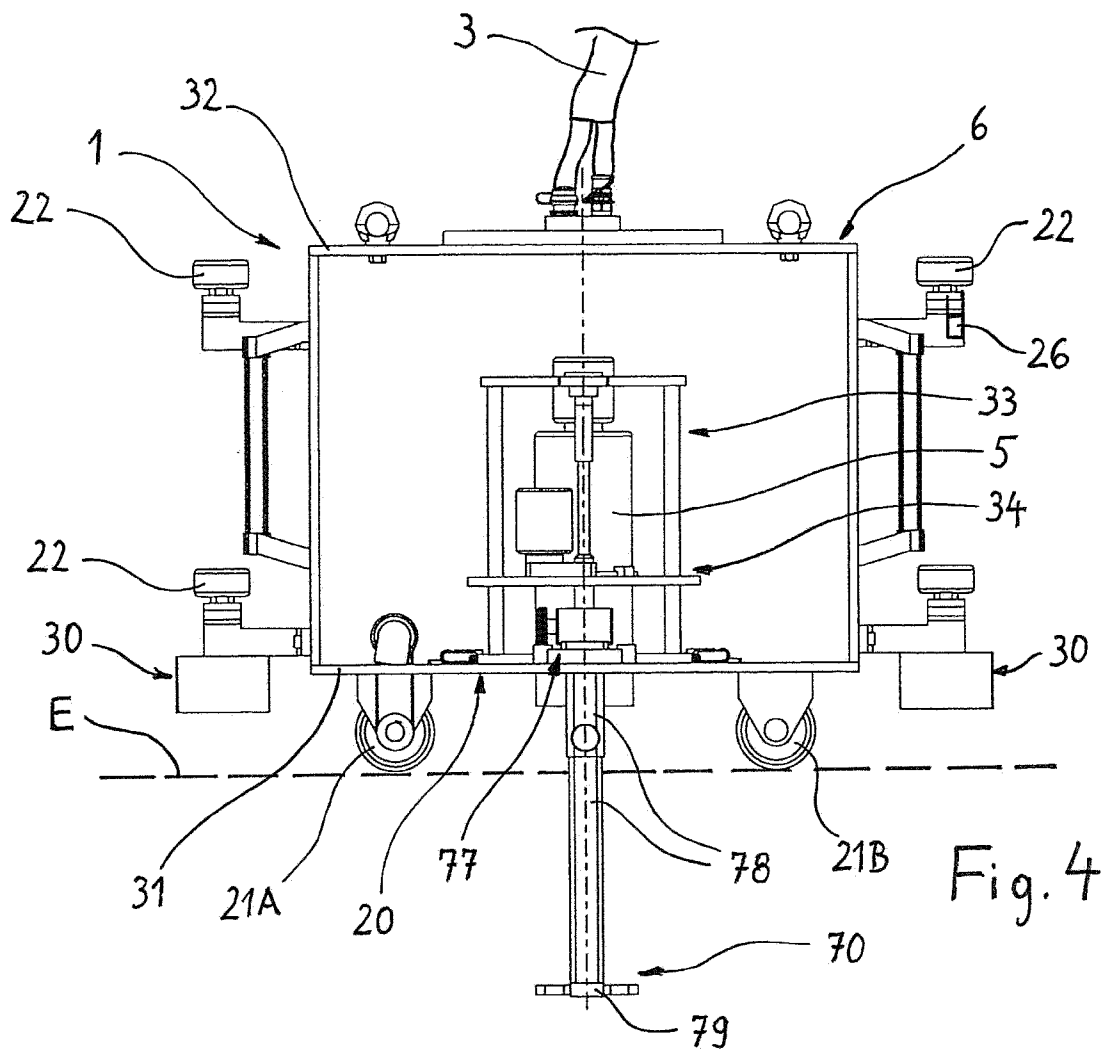
- 30 24. Dispositivo según una de las reivindicaciones 21 - 23, **caracterizado por** una barra (140) que atraviesa el casquillo intercambiable (114) en la dirección longitudinal y que puede girar en relación al casquillo intercambiable (114), que en un extremo está provista de la herramienta de sujeción (70) y en la zona del otro extremo de una fijación contra el giro (141), que sujeta la barra (140) de manera resistente al giro en relación a la carcasa de cilindro (100).

- 35 25. Dispositivo según una de las reivindicaciones 21 - 24, **caracterizado por** una transmisión (148) en el camino de accionamiento entre el accionamiento (51) y el casquillo intercambiable (114) siendo componente de la transmisión (141) una rueda dentada (149) resistente al giro con respecto al casquillo intercambiable (114), y estando provista la rueda dentada (149) de una abertura de paso (150), a través de la que se extiende la barra (140).

26. Dispositivo según una de las reivindicaciones 21 - 25, **caracterizado por que** es componente de la herramienta (5) un casquillo rotatorio (110) dispuesto de manera giratoria en la carcasa de cilindro (100) para girar la tuerca (12).







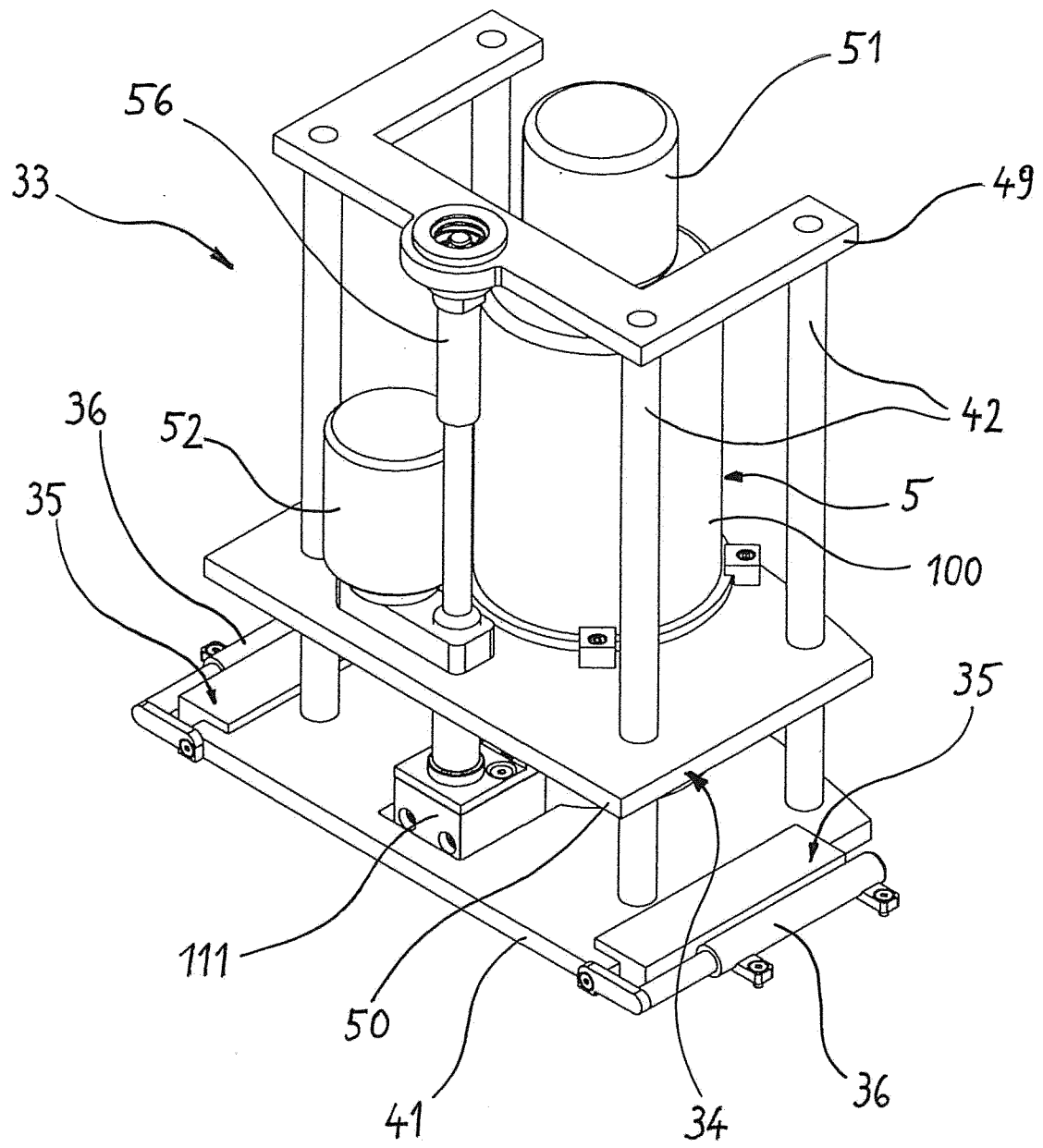


Fig. 6

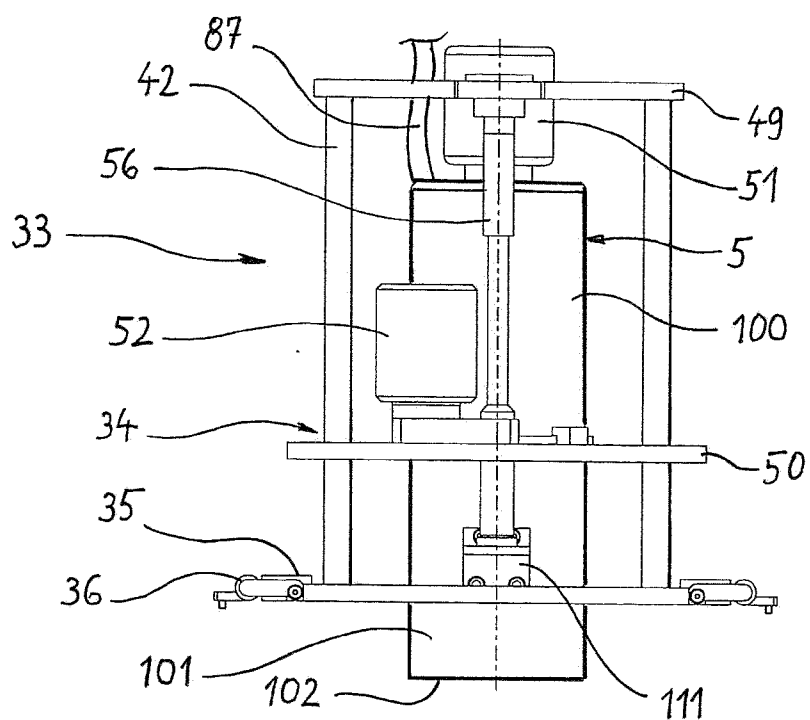


Fig. 7

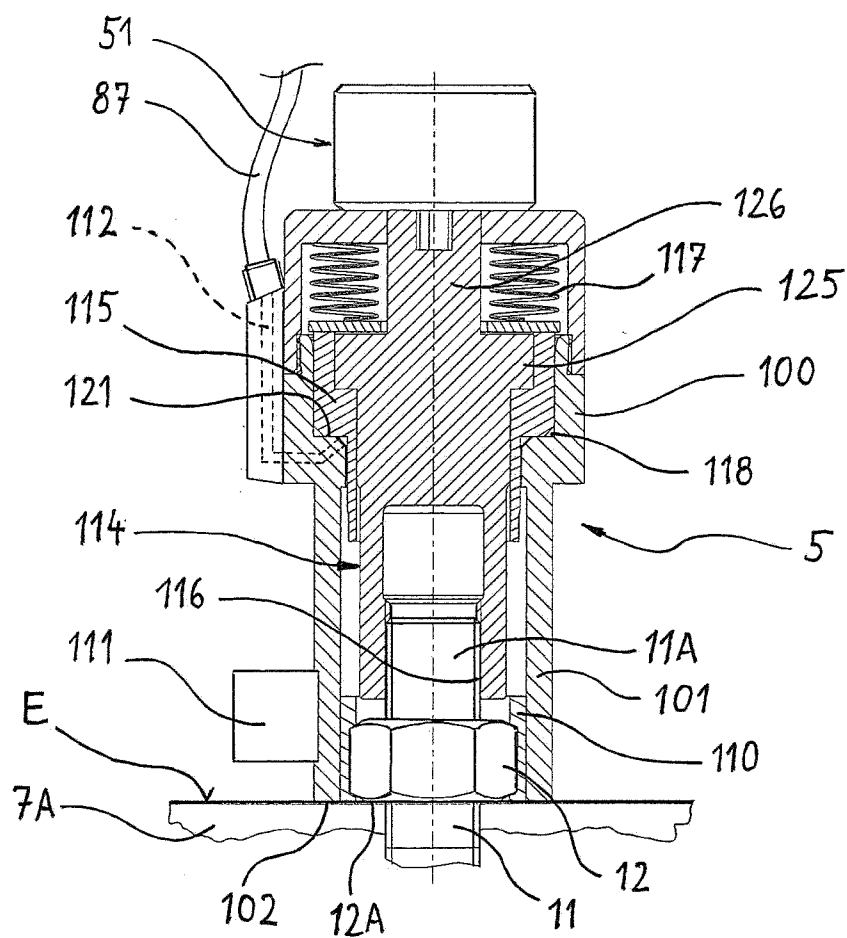


Fig. 10

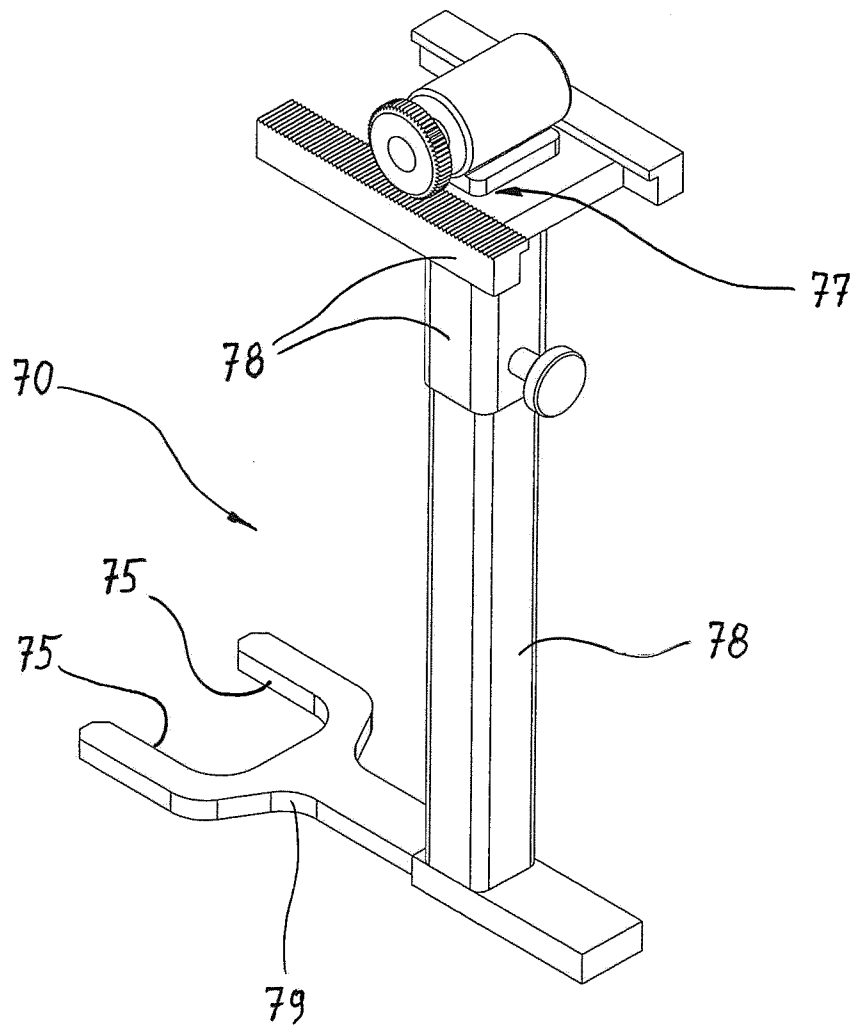
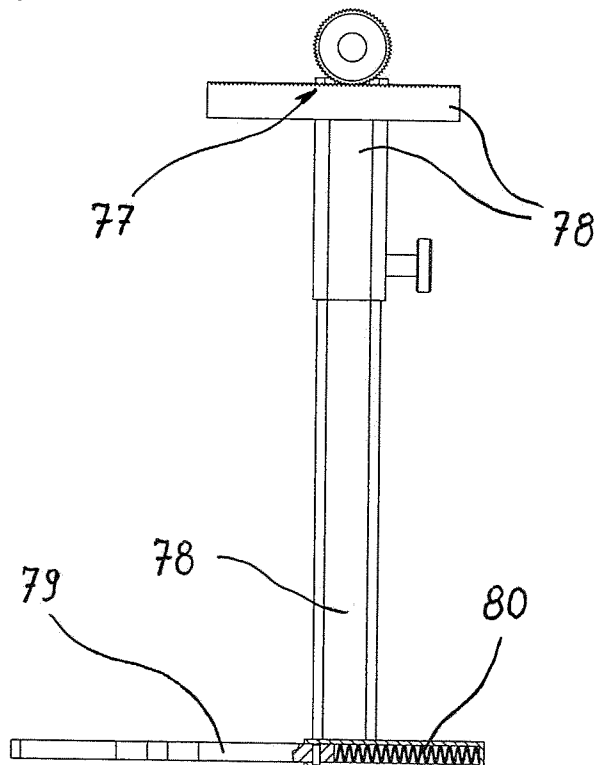


Fig. 9



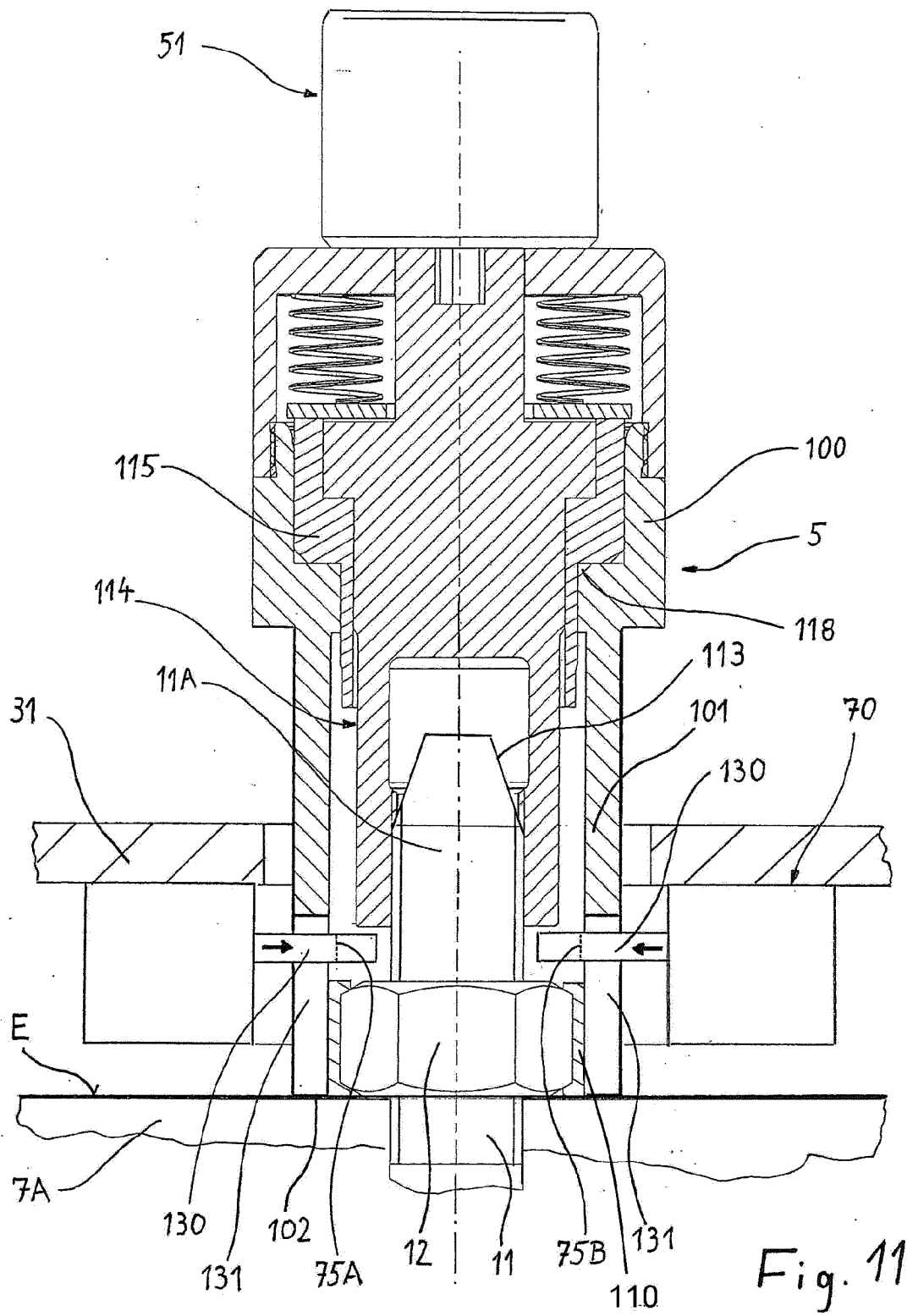


Fig. 11

