

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 731 292**

51 Int. Cl.:

B24B 5/42 (2006.01)

B24B 49/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.09.2014 PCT/IB2014/001837**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.03.2015 WO15036851**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.09.2014 E 14796241 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2019 EP 3046727**

54 Título: **Aparato para verificar las dimensiones diametrales de muñequillas**

30 Prioridad:

16.09.2013 IT BO20130498

19.11.2013 IT BO20130629

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

14.11.2019

73 Titular/es:

MARPOSS SOCIETA' PER AZIONI (100.0%)

Via Saliceto 13

40010 Bentivoglio (BO), IT

72 Inventor/es:

DALL'AGLIO, CARLO

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 731 292 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

Aparato para verificar las dimensiones diametrales de muñequillas

5 Campo técnico

La invención se refiere a un aparato para la verificación de las dimensiones diametrales de una muñequilla, que gira alrededor de un eje geométrico, en el transcurso del mecanizado en una máquina de rectificar con muela de rectificar de control numérico que tiene un carro de la muela de rectificar que transporta una muela de rectificar, con un dispositivo de referencia adaptado para cooperar con la muñequilla que se va a verificar, un dispositivo de medición, móvil con el dispositivo de referencia, un dispositivo de soporte para sostener el dispositivo de referencia y el dispositivo de medición, el dispositivo de soporte estando provisto de un elemento de soporte adaptado para ser fijado al carro de la muela, un primer elemento de acoplamiento acoplado al elemento de soporte de modo que gire alrededor de un primer eje de giro paralelo al eje geométrico, un segundo elemento de acoplamiento que transporta el dispositivo de referencia y acoplado al primer elemento de acoplamiento de modo que gire con respecto al mismo alrededor de un segundo eje de giro paralelo al eje geométrico, un mecanismo de guiado asociado con el dispositivo de soporte para guiar la disposición del dispositivo de referencia sobre la muñequilla, hacia una condición de verificación del aparato y un dispositivo de control para controlar los desplazamientos automáticos del aparato desde una posición de reposo hasta la condición de verificación y viceversa.

20 Técnica anterior

Los aparatos que tienen dichas características, por ejemplo, para la verificación, en un cigüeñal, de las dimensiones diametrales de muñequillas de cigüeñal que giran con un movimiento orbital alrededor de un eje geométrico en el transcurso del mecanizado en una máquina de rectificar con muela de rectificar, se presentan en la solicitud de patente internacional publicada bajo el número No. WO-A-9712724, presentada por el mismo solicitante de la presente solicitud.

En particular, según las formas de realización representadas y descritas en la citada solicitud internacional, los aparatos tienen dispositivos de referencia en forma de V que reposan en la muñequilla de cigüeñal que se va a verificar y mantiene la cooperación correcta con la superficie de la muñequilla de cigüeñal sustancialmente debido al peso y medios de guía asociados con dichos dispositivos de referencia en forma de V, con elementos provistos de superficies adecuadas pensadas para entrar en acoplamiento con la misma muñequilla de cigüeñal durante el avance desde una posición extraída hacia la posición de funcionamiento.

Las soluciones ilustradas en la solicitud de patente internacional WO-A-9712724 garantizan, desde un punto de vista metrológico, excelentes resultados con fuerzas de inercia pequeñas y el comportamiento de los aparatos con las características equivalentes, fabricados por el solicitante de la presente solicitud, confirman la validez y la fiabilidad de dichas soluciones.

Algunas veces, sin embargo, la escasez de espacio disponible en la máquina herramienta para el aparato de verificación hace difícil o imposible la utilización de dichos aparatos que comprenden los medios de guía, esto es los medios de guía no pueden caracterizar superficies con la extensión requerida que garantiza la cooperación correcta con la muñequilla de cigüeñal que se va a verificar.

La solicitud de patente europea publicada bajo el número EP-A-1118833, presentada por el mismo solicitante de la presente solicitud, presenta medios de guía diferentes o adicionales, con un dispositivo de limitación del mecanismo de guiado que comprende un árbol el cual puede deslizarse en el interior de un elemento tubular conectado a uno de los elementos de acoplamiento y los extremos del mismo, en una fase de movimiento de cierre del dispositivo de referencia en forma de V hacia la muñequilla que se va a verificar, están acoplados con los elementos de reposo del otro elemento de acoplamiento y la pieza fija. En esta fase se forma un cuadrilátero la geometría del mismo varía durante el movimiento de cierre debido a la fricción deslizante entre los extremos del árbol y los elementos de reposo, que sin embargo permite una acción de guía hacia el contacto entre el dispositivo de referencia en forma de V y la pieza de trabajo que se va a verificar, a continuación de lo cual por lo menos uno de los extremos del árbol se desprende del elemento de reposo correspondiente.

Esta solución también obtuvo y obtiene excelentes resultados prácticos.

La técnica anterior más próxima a la invención, esto es, la solicitud de patente europea publicada bajo el número EP-A2422927 se refiere a un dispositivo de medición provisto de características en común con los aparatos según las publicaciones de patentes mencionadas antes en este documento. Presenta una estructura con elementos de articulación y ejes oscilantes que definen un cuadrilátero articulado, diferente de un paralelogramo, que sostiene de forma móvil un prisma de medición.

A medida que aumenta la velocidad giratoria orbital de que la muñequilla de cigüeñal mecanizada, las soluciones descritas pueden, sin embargo, presentar problemas debido a "rebotes" del dispositivo de referencia en forma de V cuando se encuentra con la muñequilla que gira, y desprendimientos imperceptibles y no deseables entre el mismo dispositivo de referencia en forma de V y la superficie de la muñequilla que se va a verificar. Estos problemas pueden tener incluso consecuencias serias para la integridad del aparato y otros componentes de la máquina herramienta, especialmente cuando el dispositivo de referencia en forma de V se mueve alejándose de la trayectoria apropiada una distancia no despreciable, de modo que se desvíe de la muñequilla en órbita, sufriendo choques y roturas.

Revelación de la invención

El objeto de la presente invención es realizar un aparato para la verificación de las dimensiones diametrales o la forma de muñequillas giratorias en el transcurso del mecanizado en una máquina herramienta, por ejemplo, para la verificación durante el proceso de las muñequillas de cigüeñal con un movimiento orbital en una máquina de rectificar con muela de rectificar, que asegure el mismo comportamiento de los aparatos según las solicitudes de patentes citadas en términos de precisión y de capacidad de repetición y que permita una fiabilidad mejorada y que evite el mal funcionamiento con medios simples y baratos.

Un aparato de verificación según la reivindicación 1 resuelve este problema.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describe ahora en detalle con referencia a una forma de realización preferida ilustrada en los dibujos adjuntos, proporcionados a título de ejemplos no limitativos, en los cuales:

la figura 1 es una vista lateral muy esquemática que muestra algunos componentes de un aparato de verificación según una primera forma de realización preferida de la presente invención montado en el carro de la muela de una máquina de rectificar con muela de rectificar para cigüeñales;

las figuras desde la 2 hasta la 7 son vistas laterales, parcial y con algunos detalles omitidos, una forma de realización del aparato representado en la figura 1, en diferentes condiciones de trabajo;

la figura 8 es una sección parcial y a mayor escala de algunos componentes del aparato en la condición representada en la figura 5;

la figura 9 es una vista en perspectiva del aparato de las figuras desde la 2 hasta la 8;

la figura 10 es una vista lateral muy esquemática que muestra algunos componentes de un aparato de verificación según una segunda forma de realización preferida de la presente invención montado en el carro de la muela de una máquina de rectificar con muela de rectificar para cigüeñales;

la figura 11 es una vista lateral muy esquemática que muestra algunos componentes de un aparato de verificación según una segunda forma de realización preferida de la presente invención montado en el carro de la muela de una máquina de rectificar con muela de rectificar para cigüeñales; y

la figura 12 es una vista lateral muy esquemática que muestra algunos componentes de un aparato de verificación según una cuarta forma de realización preferida de la presente invención montado en el carro de la muela de una máquina de rectificar con muela de rectificar para cigüeñales.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

La figura 1 se refiere a una primera forma de realización preferida de un aparato de verificación según la presente invención y muestra de un modo esquemático piezas, conocidas por sí mismas, de una máquina de rectificar con muela de rectificar de control numérico por ordenador ("CNC") para rectificar un cigüeñal, en particular un carro de la muela de rectificar 2 que transporta una muela de rectificar 1 adaptada para girar alrededor de un eje central de giro 3. Una mesa de trabajo comprende un husillo y un contrapunto, no representado en la figura, que define un eje geométrico de giro 8, paralelo al eje central 3. Un cigüeñal que se va a mecanizar se monta en la máquina herramienta con el eje principal alineado con el eje geométrico 8. Como consecuencia, cada muñequilla de cigüeñal, siendo visible únicamente una muñequilla de cigüeñal en las figuras e indicada con la referencia 15, se desplaza a través de un movimiento orbital alrededor del eje geométrico 8 y puede adoptar, entre otras, una posición superior 15', y una posición inferior 15". Aunque la muñequilla de cigüeñal 15 gira excéntricamente alrededor del eje geométrico 8, recorriendo una trayectoria circular con respecto al eje geométrico 8, la trayectoria de la muñequilla de cigüeñal 15 con respecto al carro de la muela de rectificar 2, puede estar representada, sustancialmente, por el arco representado con la línea de puntos e indicado con la referencia 16.

Un aparato según la presente invención comprende un brazo de soporte 110 que transporta un dispositivo de referencia 10 adaptado para cooperar con la muñequilla 15 que se va a verificar en el transcurso del mecanizado, por ejemplo un dispositivo en forma de V con superficies de referencia y de apoyo pensadas para acoplarse con la superficie de la muñequilla de cigüeñal 15. De forma ventajosa, el dispositivo en forma de V puede tener un lado más largo que el otro y dispuesto en la posición más alejada con respecto a la muela de rectificar 1, como se representa en los dibujos, de modo que realiza un efecto de guiado adicional y ayuda a la entrada del dispositivo de referencia 10 en la muñequilla que se mueve orbitalmente 15. Un dispositivo de medición 6, conocido por sí mismo, por ejemplo similar a aquél representado en la solicitud de patente la citada publicada bajo el número EP-A-1118833, está conectado y es móvil con el dispositivo de referencia, detecta los desplazamientos radiales de un palpador 17 y está eléctricamente conectado a un conjunto de procesamiento y visualización 100 el cual está conectado a su vez (de un modo conocido por sí mismo y no representado en las figuras) al control numérico de la máquina de rectificar con muela.

El palpador 17 está conectado al dispositivo de referencia 10 a fin de entrar en contacto con la superficie de la muñequilla de cigüeñal 15 que se va a verificar y ser capaz de moverse a lo largo de una dirección de medición que corresponde al bisector del dispositivo de referencia en forma de V 10, o forma ligeramente ángulo con respecto al mismo y pasa a través del dispositivo de referencia en forma de V 10 entre las superficies relativas de referencia y de reposo.

Un dispositivo de soporte 4, para sostener el dispositivo de referencia en forma de V 10 y el dispositivo de medición 6 de un modo móvil, comprende un elemento de soporte 5 adaptado para ser fijado al carro de la muela de rectificar 2. A través de un primer centro de giro que define un primer eje de giro 7 paralelo al eje geométrico 8 de giro del cigüeñal que se va a verificar, un primer elemento de acoplamiento 9 está acoplado al elemento de soporte 5 a fin de girar alrededor del primer eje de giro 7. A través de un segundo centro de giro que define un segundo eje de giro 11 también paralelo al eje geométrico 8 de giro, un segundo elemento de acoplamiento 12 está acoplado a su vez al elemento de acoplamiento 9 a fin de girar, comparado al último, alrededor del segundo eje de giro 11. A través del segundo centro de giro, el brazo de soporte 110 que transporta el dispositivo de referencia 10 está a su vez conectado de forma giratoria al primer elemento de acoplamiento 9 y al segundo elemento de acoplamiento 12, a fin de girar, con respecto a ambos el último, alrededor del segundo eje de giro 11. Puesto que la muñequilla de cigüeñal 15 que se va a verificar durante el proceso se mueve a lo largo del arco 16 con respecto al carro de la muela de rectificar 2, como se ha dicho antes, el dispositivo de referencia 10 recorre una trayectoria similar cuando se apoya en la muñequilla de cigüeñal 15, con un movimiento alternativo desde la parte de arriba hacia abajo y viceversa y con una frecuencia, con varias o muchas decenas de revoluciones por minuto, igual a aquélla del movimiento orbital de la muñequilla de cigüeñal 15. Esto deriva a partir del hecho de que el aparato de verificación según la presente invención es transportado por el carro de la muela de rectificar 2 que, en el rectificado moderno con control numérico, realiza el mecanizado de las muñequillas de cigüeñal 15 durante su movimiento orbital "persiguiendo" a las muñequillas de cigüeñal 15 de modo que se mantiene la muela de rectificar 1 en contacto con la superficie que se va a rectificar. Evidentemente, un movimiento de cierre para la extracción del sobre grosor para el mecanizado se añade al movimiento transversal de "ejecución".

Un mecanismo de guiado está asociado al dispositivo de soporte 4 para el guiado de la instalación del dispositivo de referencia en forma de V 10 en la muñequilla de cigüeñal de cigüeñal 15, esto es hacia la condición de verificación del aparato y comprende una articulación de limitación 20 entre el carro de la muela de rectificar 2 y el segundo elemento de acoplamiento 12. En particular, la articulación de limitación 20 comprende un tercer elemento de acoplamiento 22 acoplado al segundo elemento de acoplamiento 12 a través de un tercer centro de giro de modo que gira alrededor de un tercer eje de giro 21 paralelo al eje geométrico 8 y separado del segundo eje de giro 11 y un cuarto elemento de acoplamiento 24 acoplado al elemento de soporte 5 de modo que gira alrededor de un cuarto eje de giro 25 paralelo al eje geométrico 8 y separado del primer eje de giro 7. Dichos tercer elemento de acoplamiento 22 y cuarto elemento de acoplamiento 24 están conectados uno al otro a fin de ser capaces de girar mutuamente alrededor de un quinto eje de giro 23, también paralelo a dicho eje geométrico 8. El mecanismo de guiado adicionalmente comprende una superficie de tope 33, conectada al elemento de soporte 5 y por consiguiente integral con el carro de la muela de rectificar 2 y una superficie de apoyo 27 conectada al cuarto elemento de acoplamiento 24 adaptada para entrar en acoplamiento con la superficie de tope 33. La superficie de tope 33 puede estar definida por medio de un elemento de apoyo 30, por ejemplo una leva, que es un elemento sustancialmente cilíndrico conectado al elemento de soporte 5 de un modo axialmente giratorio, con una superficie lateral que tiene un radio variable que define parcialmente la superficie de tope 33 y presenta un sector 31 con un radio reducido cuya función será ilustrada más adelante. De forma similar, la superficie de apoyo 27 puede estar realizada, por ejemplo, por medio de un rodillo 28 conectado al cuarto elemento de acoplamiento 24 adaptado para moverse loco alrededor de un sexto eje de giro 29 paralelo al eje geométrico 8 y que comprende una superficie de giro, por ejemplo una superficie cilíndrica, que definen la superficie de apoyo 27. Un resorte de tracción 37, instalado entre el cuarto elemento de acoplamiento 24 y una pieza fija del carro de la muela de rectificar 2, por ejemplo una pieza integral con el elemento de soporte 5 y representada esquemáticamente en las figuras con la referencia 38, ayuda a mantener el acoplamiento entre la superficie de apoyo 27 del rodillo 28 y la superficie de tope 33 de la leva que realiza el elemento de apoyo 30 en una fase de funcionamiento del aparato, como se describe más adelante en este documento.

La instalación y las dimensiones de los diferentes componentes es de tal tipo que, cuando la superficie de apoyo 27 entra en contacto con la superficie de tope 33 (está en la configuración representada en la figura 1), se definen una posición del quinto eje de giro 23 con respecto al primer eje de giro 7 y una posición mutua del primer elemento de acoplamiento 9 con el tercer elemento de acoplamiento 22, sustancialmente paralelos uno al otro. De este modo, en la posición adoptada en el contacto entre la superficie de apoyo 27 y la superficie de tope 33, los ejes de giro el primero 7, el segundo 11, el tercero 21 y el quinto 23 sitúan los vértices de una estructura de paralelogramo. Una estructura de este tipo comprende el primer elemento de acoplamiento 9 y el tercer elemento de acoplamiento 22, opuestos uno al otro y mutuamente paralelos, además de a un segmento del segundo elemento de acoplamiento 12 entre los ejes de giro 11 y 21 y un lado "virtual" paralelo a dicho segmento, representado por la distancia entre el primer eje de giro 7 y el quinto eje de giro 23 en la posición anteriormente mencionada. En esta condición, denominada condición de guiado, la superficie de tope 33 coopera con la articulación de limitación 20, la articulación de limitación 20 y el dispositivo de soporte 4 realizan la estructura de paralelogramo y los movimientos del dispositivo de referencia en forma de V 10 están confinados a seguir, bajo el efecto de la gravedad, una trayectoria circular impuesta por la estructura de paralelogramo, en particular una trayectoria paralela a y a una distancia reducida (típicamente pocos milímetros, incluso aunque en la figura 1 es una distancia de este tipo esté representada mayor por razones de claridad) desde el perfil de la muela de rectificar 1.

El aparato de verificación según la presente invención adicionalmente comprende un mecanismo de acoplamiento y limitación 60 adaptado para permitir movimientos angulares limitados del dispositivo de referencia en forma de V 10 con respecto a la estructura de paralelogramo alrededor de un eje de oscilación paralelo al eje geométrico 8. Un mecanismo de acoplamiento y limitación 60 de este tipo se puede realizar por medio de una parte de referencia central 111, integral con el brazo de soporte 110 y dos topes 62, 63, integrales con el segundo elemento de acoplamiento 12 e instalados encarados uno al otro, pensados para entrar en contacto mutuamente con superficies opuestas 112, 113 de la parte de referencia central 111, con la cual los topes 62, 63 definen pares de apoyos mecánicos para limitar la extensión de los movimientos angulares limitados. Una forma de realización alternativa implica que los topes 62, 63 sean integrales con el brazo de soporte 110 mientras que la parte de referencia central 11 es integral con el segundo elemento de acoplamiento 12. Un dispositivo de empuje, por ejemplo un resorte 65, está instalado entre un primer elemento de gancho 66 fijado al primer elemento de acoplamiento 9 y un segundo elemento de gancho 67 fijado al brazo de soporte 110.

Un dispositivo de control 39 para controlar desplazamientos automáticos del aparato desde una posición de reposo a la condición de verificación, y viceversa, comprende medios de accionamiento, esquemáticamente representados en la figura 1 con la referencia 41, con un motor eléctrico que controla el giro de un árbol alineado a lo largo del primer eje de giro 7 y un elemento de empuje 40 conectado, en el centro de giro que define el primer eje de giro 7, al elemento de soporte 5 y a los medios de accionamiento 41, el último estando adaptado para causar giros en el sentido de las agujas del reloj y en el sentido contrario a las agujas del reloj del elemento de empuje 40 alrededor del primer eje de giro 7. El elemento de empuje 40 caracteriza una parte que sobresale que define una superficie de empuje 42 pensada para cooperar con, esto es entrar en contacto con, un listón 13 que sobresale desde una pared lateral y en una situación periférica del primer elemento de acoplamiento 9. En esta primera forma de realización preferida de la invención, la leva que realiza el elemento de apoyo 30 es integral con el elemento de empuje 40 y la superficie de tope 33, centrada en el primer eje de giro 7, está adaptada para girar junto con el elemento de empuje 40.

Elementos de reposo 34, 35 son integrales con el primer elemento de acoplamiento 9 y el brazo de soporte 110, respectivamente, y están pensados para entrar en contacto uno con el otro, mantenidos también bajo el empuje del resorte 37, a fin de delimitar el ángulo de cierre entre los dos elementos 9 y 12 en el movimiento llevado a cabo durante la fase de retorno hacia la posición de reposo.

Dos topes de seguridad 44 y 45 son integrales con el cuarto elemento de acoplamiento 24 y el elemento de soporte 5, respectivamente, y están pensados para entrar en contacto uno con el otro a fin de delimitar el ángulo de cierre entre la estructura de paralelogramo y la muela 1, más específicamente para evitar que la estructura de paralelogramo se cierre en sí misma y, como consecuencia, el dispositivo de referencia 10 impacte sobre la muela 1 cuando, por algún fallo no predecible, el dispositivo de referencia 10 pueda no tener éxito, en su movimiento de cierre, en interceptar la muñequilla de cigüeñal 15 que se mueve orbitalmente.

Las figuras 2, 3, 4 y 5 muestran una vista lateral de una forma de realización del dispositivo de soporte 4 en cuatro momentos de trabajo diferentes. Más específicamente, la figura 2 se refiere a la posición de reposo o de no funcionamiento del aparato, en donde el dispositivo de referencia en forma de V 10 está elevado. La figura 5 muestra el aparato en la condición operativa, más específicamente en un momento del mecanizado de la muñequilla de cigüeñal 15 en donde el dispositivo de referencia en forma de V 10 está en reposo sobre la muñequilla de cigüeñal 15 y los movimientos del palpador 17 son detectados por el dispositivo de medición 6 que proporciona señales relacionadas con las dimensiones diametrales de la muñequilla de cigüeñal 15 que está siendo mecanizada al conjunto de procesamiento y visualización 100. La figura 3 muestra una configuración intermedia de la condición de guiado, durante el avance entre la posición de reposo y la condición de verificación, en donde la superficie de tope 33 entra en contacto con la superficie de apoyo 27. En la situación representada en la figura 4, el dispositivo de

referencia en forma de V 10, debido a un fallo no predecible, ha perdido la muñequilla 15 durante la aproximación y ha ido más allá de la posición inferior 15”.

5 Como también es visible en la vista en perspectiva de la figura 9, que muestra el aparato de verificación de las figuras 2 a 5 en una configuración intermedia, el cuarto elemento de acoplamiento 24 está realizado en forma de horquilla, articulado tanto en el elemento de soporte 5 en sus extremos libres 26 (de un modo conocido, no representado en las figuras) a fin de definir el cuarto eje de giro 25 como en el tercer elemento de acoplamiento 22 en un área central 36 que define el quinto eje de giro 23.

10 El comportamiento del aparato según la invención en algunas fases de trabajo durante el mecanizado de una muñequilla de cigüeñal 15 se describe en lo que sigue a continuación.

15 La retracción del aparato de verificación hacia la posición de reposo generalmente está controlada por el control de la máquina de rectificar con muela cuando, sobre la base de la señal de medición del aparato de verificación, se detecta que la muñequilla de cigüeñal 15 ha alcanzado la dimensión (diametral) buscada.

20 La retracción ocurre causando, a través de los medios de accionamiento 41, un giro en el sentido de las agujas del reloj (con referencia a las figuras) del elemento de empuje 40, de modo que la superficie de empuje 42 entra en contacto con el listón 13 y, como consecuencia, causa un giro en el sentido de las agujas del reloj (siempre con referencia a las figuras) del primer elemento de acoplamiento 9 y los otros componentes del dispositivo de soporte 4 a fin de elevar el dispositivo de referencia 10 por ejemplo en la posición representada en la figura 2. Durante este movimiento, como una consecuencia de los giros mencionados, los elementos de reposo 34 y 35 entran en contacto uno con el otro, limitando el ángulo de cierre entre el primer elemento de acoplamiento 9 y el segundo elemento de acoplamiento 12, con el objetivo de evitar colisiones entre el dispositivo de referencia en forma de V 10 y piezas de la máquina herramienta. Se puede proceder entonces al mecanizado de las otras partes del cigüeñal o, si el mecanizado del cigüeñal ha terminado, la pieza de trabajo es descargada manualmente o automáticamente.

30 Cuando se tiene que mecanizar una nueva muñequilla de cigüeñal 15, se lleva en frente de la muela de rectificar 1 y el aparato se mueve a la condición de verificación. Esto ocurre, a través del control de la máquina de rectificar con muela y los medios de accionamiento 41 del dispositivo de control 39, causando un giro en el sentido contrario a las agujas del reloj (con referencia a las figuras) del elemento de empuje 40 y liberando de ese modo el empuje aplicado por la superficie de empuje 42 sobre el listón 13. Como consecuencia, el primer elemento de acoplamiento 9, el segundo elemento de acoplamiento 12 y los otros componentes del dispositivo de soporte 4 giran bajo el efecto de la gravedad, esto es el propio peso de los componentes del aparato de verificación y el dispositivo de referencia en forma de V 10 se mueve hacia la muñequilla de cigüeñal 15, que mientras tanto es móvil, según su propia trayectoria orbital. En particular, en una primera fase del movimiento los elementos de reposo 34, 35 están en contacto uno con el otro, mientras el tope 62 se apoya contra la superficie 112 de la parte de referencia central 111.

40 Después de un giro de cierta significancia y puesto que el dispositivo de referencia en forma de V 10 se mueve hacia la muñequilla 15 en movimiento orbital y hacia la muela de rectificar 1, la superficie de apoyo 27 de la muela 28 se apoya en la superficie de tope 33 del elemento de apoyo 30 (figura 3) y el resorte de tracción 37 contribuye a mantener el contacto entre la superficie de apoyo 27 y la superficie de tope 33. Empezando a partir de este punto, el brazo de soporte 110 gira con respecto a la articulación de limitación 20, la posición de la parte de referencia central 111 cambia y el empuje entre el tope 63 y la superficie 113 causa que los elementos de reposo 34 y 35 se separen uno del otro. Puesto que, como ha sido descrito antes en este documento, la posición de la horquilla 24 y, como consecuencia, del quinto eje de giro 23 son fijas y estando así definen un paralelogramo con los vértices en los ejes de giro 7, 11, 21 y 23, el dispositivo de referencia en forma de V 10 es guiado para que se mueva hacia la muñequilla de cigüeñal 15 siguiendo una trayectoria circular paralela al perfil de la muela de rectificar (figura 3) y a una distancia previamente determinada de la muela de rectificar 1 (por ejemplo 2 o 3 milímetros), en un segmento a lo largo del cual el dispositivo de referencia en forma de V 10 puede entrar en contacto con la muñequilla 15 en cualquier momento del movimiento orbital de la última.

55 Después de que el dispositivo de referencia en forma de V 10 entre en contacto con la muñequilla de cigüeñal 15, la cual se mueve orbitalmente a una velocidad de giro que puede ser incluso elevada (100 revoluciones por minuto, por ejemplo), el par de apoyos mecánicos limita movimientos indeseados del dispositivo de referencia en forma de V 10 con respecto a la muela 1, movimientos que pueden ocurrir como una consecuencia de posibles rebotes cuando el dispositivo de referencia en forma de V 10 golpea la muñequilla 15 que se mueve orbitalmente y puede causar roturas y situaciones arriesgadas para los aparatos conocidos, o incluso para piezas diferentes de la máquina herramienta. En particular, problemas de este tipo pueden tener lugar si el dispositivo de referencia en forma de V 10, como una consecuencia del impacto con la muñequilla 15, se mueve alejándose de la muela de rectificar 1 de modo que salte sobre la muñequilla 15 que gira orbitalmente. Más específicamente, los apoyos mecánicos definidos por la parte de referencia central 111 y los dos topes 62 y 63, limitan las oscilaciones del dispositivo de referencia 10 alrededor del eje de oscilación paralelo al eje geométrico 8. Las figuras 6 y 7 muestran dos ejemplos en los que ocurren movimientos indeseados y potencialmente peligrosos del dispositivo de referencia en forma de V 10, alejándose de la muela de rectificar 1. Los giros resultantes del brazo de soporte 110 con respecto a la estructura de paralelogramo que comprende el segundo elemento de acoplamiento 12, ahora en el sentido de las agujas del reloj

(con referencia a las figuras), están limitados por el contacto entre el tope 62 y la superficie 112 de la parte de referencia central 111. El contacto entre el otro tope 63 y la otra superficie 113 de la parte de referencia central 111 limita los movimientos del dispositivo de referencia en forma de V hacia la muela de rectificar 1.

5 La trayectoria circular definida por el paralelogramo en la condición de guiado, como ha sido descrito antes en este documento, tiene un tamaño limitado, suficiente para asegurar que, en dicho segmento, el dispositivo de referencia
10 puede entrar en contacto con la muñequilla 15. El segmento de trayectoria está definido por un punto superior que corresponde al primer contacto entre la superficie de apoyo 27 y la superficie de tope 33 del elemento de apoyo
15 30 y un punto inferior definido por la forma de la leva que realiza el elemento de apoyo 30 y por su disposición angular. En particular, la forma y la disposición del elemento de apoyo 30 son tales que, durante el giro integral al
20 elemento de empuje 40, al final del segmento de la trayectoria citado antes en este documento, cuando el dispositivo de referencia 10 ha entrado en contacto con seguridad con la muñequilla 15 que se va a verificar, el sector 31 con radio reducido se encuentra él mismo encarado a la superficie de apoyo 27. En la condición de trabajo, o condición de verificación del aparato, la superficie de apoyo 27 y la superficie de tope 33 están separadas de tal modo y no
interfieren con el movimiento libre del primer elemento de acoplamiento 9 y el segundo elemento de acoplamiento 12. Durante la fase de verificación, por supuesto, la cooperación apropiada entre la muñequilla 15 y el dispositivo de referencia 10 se mantiene principalmente debido a los movimientos del primer elemento de acoplamiento 9 y el
segundo elemento de acoplamiento 12 debido al peso y el empuje de la muñequilla de cigüeñal 15, en oposición al peso de los componentes del aparato de verificación.

25 Se puede observar que, algunas veces, una superficie del dispositivo de referencia en forma de V 10 puede entrar en contacto con la muñequilla 15 en movimiento orbital antes de que ocurra el contacto entre la superficie de apoyo 27 y la superficie de tope 33. Más específicamente, el acoplamiento completo de ambos lados del dispositivo de referencia en forma de V 10 con la muñequilla de cigüeñal 15 puede ocurrir sin la implicación del mecanismo de guiado y esto puede tener lugar para muñequillas 15 que tengan una dimensión relativamente grande, por lo cual el dispositivo de referencia en forma de V, durante la condición de verificación, mantiene una distancia desde la muela de rectificar 1 siempre mayor que la distancia definida por la estructura de paralelogramo anteriormente descrita.

30 Típicamente pero no sólo para las muñequillas 15 que caracterizan dimensiones relativamente pequeñas, lo cual es el caso más general y frecuente, puede ocurrir que, después del primer contacto con el dispositivo de referencia en forma de V 10, la cooperación siguiente o que ya ha ocurrido entre la superficie de apoyo 27 y la superficie de tope 33 y el movimiento resultante del dispositivo de referencia en forma de V 10 a lo largo de la trayectoria circular evita el apropiado acoplamiento completo del dispositivo de referencia en forma de V 10 con la muñequillas, que puede tener lugar sólo al final del movimiento de giro del elemento de empuje 40, cuando el sector 31 con radio reducido de la leva que realiza el elemento de apoyo 30 se encuentra él mismo encarado a la superficie de apoyo 27 y el movimiento del dispositivo de referencia en forma de V 10 deja de estar limitado por la estructura de paralelogramo.

35 Por lo tanto, la existencia del mecanismo de guiado con la articulación de limitación 20 permite obtener un movimiento de guiado del dispositivo de referencia en forma de V 10 hacia la muñequilla 15 que se va a verificar, un movimiento de guiado de este tipo permitiendo la inserción dinámica del primero en la última en una condición de verificación apropiada. La articulación de limitación 20 realiza la función de guiado cuando, en un punto del desplazamiento automático controlado por el dispositivo de control 39, ocurre el contacto entre la superficie de apoyo 27 y la superficie de tope 33 y el movimiento de cierre del dispositivo de referencia 10 hacia la muela de rectificar 1 está limitado de ese modo, guiando al primero para que se mueva a lo largo de una trayectoria sustancialmente paralela al perfil de la muela de rectificar 1. Los movimientos guiados a lo largo de una trayectoria de este tipo tienen lugar hasta que ocurre la apropiada cooperación entre el dispositivo de referencia en forma de V 10 y la muñequilla 15 y, en la primera forma de realización preferida según las figuras de la 1 a la 9, hasta que la superficie de tope 33 de la leva que realiza el elemento de apoyo 30 deja la superficie de apoyo 27, después de lo cual el mecanismo de guiado no limita en modo alguno el movimiento libre del primer elemento de acoplamiento 9 y del segundo elemento de acoplamiento 12 durante la fase de verificación, garantizando la cooperación apropiada, durante esta fase, entre el dispositivo de referencia en forma de V 10 (y el palpador 17 conectado al mismo) y la muñequilla 15 en movimiento orbital que se va a verificar.

40 En el caso en el que el dispositivo de referencia en forma de V 10, en su movimiento de cierre, por algún fallo no predecible, no sea capaz de interceptar la muñequilla 15 y vaya más allá de la posición inferior 15" (figura 4) y la superficie de tope 33 deja la superficie de apoyo 27, como ha sido descrito antes en este documento, el impacto entre el dispositivo de referencia en forma de V 10 y la muela de rectificar 1 se evita por el contacto entre los topes de seguridad 44 y 45. Se debe observar que, en las otras configuraciones representadas en los dibujos, los topes de seguridad 44 y 45 están separados uno del otro, incluso a través de una distancia muy pequeña, no perceptible en las figuras algunas veces.

45 Con respecto a la solución que es conocida, por ejemplo a partir de la solicitud de patente europea publicada bajo el número EP-A-1118833, la estructura del aparato según la presente invención, con la articulación de limitación 20, permite obtener movimientos del dispositivo de referencia 10 que son guiados con una precisión más elevada, gracias a la posibilidad de definir un paralelogramo real y a la ausencia sustancial de cualquier fricción deslizando entre los componentes.

Además, como ya se ha mencionado, la estructura del mecanismo de guiado según la presente invención permite realizar de un modo simple y fiable un mecanismo que limite movimientos indeseados del dispositivo de referencia 10 alejándolo de la muela de rectificar 1.

La figura 10 muestra una segunda forma de realización preferida de la presente invención, con un brazo de soporte 110' integral con el segundo elemento de acoplamiento 12 y un mecanismo de acoplamiento y limitación diferente 70 que comprende un espárrago 71 fijo con respecto al tercer elemento de acoplamiento 22 de la articulación de limitación 20, una ranura 72 formada en el segundo elemento de acoplamiento 12, que aloja el espárrago 71 y un dispositivo de empuje o resorte 75. El resorte 75 empuja las superficies del espárrago 71 y de la ranura 72, que definen un par de apoyos mecánicos, una contra la otra.

El funcionamiento del aparato es sustancialmente el mismo que ha sido descrito con referencia a las figuras 1 - 9, en tanto en cuanto concierne a la condición de guiado en la que el dispositivo de referencia en forma de V 10 es guiado por la estructura de paralelogramo hacia la condición de verificación. Antes de que el dispositivo de referencia en forma de V 10 entre en contacto con la muñequilla 15 que se va a verificar, la posición del espárrago 71 en la ranura 72 está fijamente definida por el resorte 75 y el tercer eje de giro 21 está definido de ese modo. Cuando el dispositivo de referencia en forma de V 10 entra en contacto con la muñequilla 15 que se va a verificar, el empuje que el dispositivo de referencia 10 recibe desde la muñequilla 15 supera aquél del resorte 75 y permite movimientos angulares limitados del dispositivo de referencia 10 con respecto a la estructura de paralelogramo alrededor del eje de oscilación que, en este caso, es coincidente con el segundo eje de giro 11. Como en el caso de las figuras 1 - 9, durante la fase de verificación la cooperación apropiada entre la muñequilla 15 y el dispositivo de referencia 10 se mantiene principalmente por los movimientos de los elementos acoplamiento 9 y 12 debido al peso y al empuje de la muñequilla de cigüeñal 15, en oposición al peso de los componentes del aparato de verificación.

El mecanismo de acoplamiento y limitación 70, más específicamente las superficies del espárrago 71 y de la ranura 72 con el resorte interpuesto 75, que representa un par de apoyos mecánicos, limita movimientos indeseados del dispositivo de referencia 10 alejándose de la muela de rectificar 1, por ejemplo los rebotes mencionados antes en este documento que pueden ocurrir cuando el dispositivo de referencia en forma de V 10 golpea la muñequilla 15 que se mueve orbitalmente.

La segunda forma de realización preferida puede implicar construcciones alternativas con respecto, por ejemplo, al mecanismo de acoplamiento y limitación 70 que puede caracterizar el espárrago 71 fijado en el segundo elemento de acoplamiento 12 y no al tercer elemento de acoplamiento 22 y la ranura 72 formada en el tercer elemento de acoplamiento y no en el segundo elemento de acoplamiento 12.

La figura 11 muestra una tercera forma de realización preferida de la presente invención en la que, de forma diferente a las formas de realización anteriores, un brazo de soporte 110" que transporta el dispositivo de referencia 10 está conectado de forma giratoria al segundo elemento de acoplamiento 12 y al tercer elemento de acoplamiento 22, de modo que puede girar con respecto a ambos el último alrededor del tercer eje de giro 21. Un mecanismo de acoplamiento y limitación diferente 80 comprende un elemento de horquilla 81 que, en la ilustración esquemática de la figura 11, está representado sustancialmente integral con el brazo de soporte 110", pero que alternativamente podría estar realizado como un elemento separado, rigidamente conectado al brazo de soporte 110". El elemento de horquilla 81 incluye dos topes 82 y 83 encarados uno al otro y pensados para entrar en contacto mutuamente con superficies opuestas 122, 123, del segundo elemento de acoplamiento 12 para definir y limitar la extensión de los movimientos angulares limitados. El mecanismo de acoplamiento y limitación 80 también comprende un dispositivo de empuje o resorte 85.

El resorte 85 fuerza uno de dichos topes, el tope 82 en el caso de la figura 11, contra una superficie del segundo elemento de acoplamiento 12, la superficie 122 en el caso de la figura 11.

El funcionamiento del aparato de la figura 11 es sustancialmente el mismo que ha sido descrito con referencia a las figuras 1 - 9 en tanto en cuanto concierne la condición de guiado en la que el dispositivo de referencia en forma de V 10 es guiado por la estructura de paralelogramo hacia la condición de verificación. Antes de que el dispositivo de referencia en forma de V 10 entre en contacto con la muñequilla 15 que se va a verificar, la posición del brazo de soporte 110" (y, como resultado, del dispositivo de referencia 10) con respecto al segundo elemento de acoplamiento 12 (y, como resultado, la estructura de paralelogramo) está fijamente definida por el resorte 85. Cuando el dispositivo de referencia en forma de V 10 entra en contacto con la muñequilla 15 que se va a verificar, el empuje que el dispositivo de referencia 10 recibe a partir de la muñequilla 15 supera aquél del resorte 85 y permite movimientos angulares limitados del brazo de soporte 110" y del dispositivo de referencia 10 que transporta, con respecto a la estructura de paralelogramo alrededor del eje de oscilación que, en este caso, es coincidente con el tercer eje de giro 21. Como en el caso de las figuras 1 - 9, durante la fase de verificación la cooperación apropiada entre el dispositivo de referencia 10 y la muñequilla 15 se mantiene principalmente por los movimientos del elemento de acoplamiento 9 y el elemento de acoplamiento 12 debido al peso y al empuje de la muñequilla de cigüeñal 15, en oposición al peso de los componentes del aparato de verificación.

El mecanismo de acoplamiento y limitación 80, más específicamente los topes 82 y 83 y la superficies mutuamente opuestas 122 y 123 del segundo elemento de acoplamiento 12, que definen los pares de apoyos mecánicos, limitan movimientos indeseados del dispositivo de referencia 10 con respecto a la estructura de paralelogramo, hacia y alejándose con respecto a la muela de rectificar 1, por ejemplo los rebotes anteriormente mencionados que pueden ocurrir cuando el dispositivo de referencia en forma de V 10 golpea la muñequilla 15 que se mueve orbitalmente.

Formas de realización de la presente invención similares a la representada en la figura 11 pueden presentar diferencias con respecto a aquello que se representa, por ejemplo, en tanto en cuanto concierne a la definición del eje de oscilación, que podría estar en una posición diferente de aquella del tercer eje de giro 21 o los otros ejes de giro de la figura y/o la forma y la disposición del elemento de horquilla 81. Diferencias factibles con respecto al elemento de horquilla 81, además de la una ya mencionada con anterioridad (realizado como integral con el brazo de soporte 110", o un elemento separado rígidamente fijado al brazo de soporte 110"), pueden implicar a los topes 82 y 83 instalados en los lados del tercer elemento de acoplamiento 22, en lugar del segundo elemento de acoplamiento 12, pensados para entrar en contacto con superficies mutuamente opuestas de dichos tercer elemento de acoplamiento 22, en lugar del segundo elemento de acoplamiento 12.

Además, las figuras 10 y 11 muestran esquemáticamente un elemento de apoyo 30', conectado al elemento de soporte 5, diferente de la leva 30 y de acuerdo con ello una superficie de tope 33' que puede ser, por ejemplo, plana. En estas formas de realización, también, la articulación de limitación 20 y el dispositivo de soporte 4 realizan una estructura de paralelogramo cuando, en una condición de guiado, la superficie de apoyo 27 del cuarto elemento de acoplamiento 24 entra en contacto con la superficie de soporte 33' del elemento de apoyo 30', obligando de ese modo a que el dispositivo de referencia en forma de V 10 recorra, bajo el efecto del peso, una trayectoria circular definida por una estructura de paralelogramo de este tipo, más específicamente una trayectoria que sea paralela y a una distancia reducida del perfil de la muela de rectificar 1.

La figura 12 muestra una cuarta forma de realización preferida de la presente en la que, de forma diferente a las formas de realización anteriores, está provisto un mecanismo de acoplamiento y limitación. Como en la segunda forma de realización preferida el brazo de soporte 110' está fijado al segundo elemento de acoplamiento 12.

El funcionamiento del aparato de la figura 12 es sustancialmente el mismo que ha sido descrito con referencia a las figuras 1 - 9, con respecto tanto a la condición de guiado, en la que el dispositivo de referencia en forma de V 10 es guiado por un segmento por la estructura de paralelogramo y la condición de verificación, en la que la cooperación apropiada entre el dispositivo de referencia 10 y la muñequilla 15 se mantiene principalmente por los movimientos del elemento de acoplamiento 9 y el elemento de acoplamiento 12 debido al peso y al empuje de la muñequilla de cigüeñal 15, en oposición al peso de los componentes del aparato de verificación. Por lo tanto, el aparato de la figura 12 tiene las mismas ventajas principales de un aparato según una de las formas de realización anteriormente descritas, siendo más simple y estando adaptado para la verificación de muñequillas de cigüeñal que giran a velocidades más bajas, en donde las tensiones y los empujes implicados debido al impacto entre el dispositivo de referencia en forma de V 10 y la muñequilla 15 que se mueve orbitalmente son inferiores.

Los aparatos de verificación según la presente invención pueden presentar otras diferencias constructivas con respecto, por ejemplo, a la forma, las dimensiones y la colocación de los diferentes componentes.

Por ejemplo, el elemento de apoyo 30, mientras mantenga las funciones y características descritas antes en este documento, puede estar instalado en una colocación diferente de aquella integral con el elemento de empuje 40.

De acuerdo con una forma de realización alternativa, el elemento de empuje del dispositivo de control 39 puede estar realizado de un modo diferente, conocido por sí mismo, por ejemplo con un cilindro hidráulico de doble acción y que actúe sobre superficies diferentes del dispositivo de soporte 4.

Un aparato según la presente invención, aunque particularmente adaptado a la verificación durante el proceso de muñequillas de cigüeñal que se mueven orbitalmente, evidentemente puede ser utilizado para realizar verificaciones dimensionales o de forma de muñequillas que giren orbitalmente, ya mecanizadas o para ser mecanizadas, así como la verificación (antes del, en el transcurso del, o después del mecanizado) de muñequillas que giren alrededor de sus propios ejes.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Aparato para la verificación de las dimensiones diametrales de una muñequilla (15), que gira alrededor de un eje geométrico (8), en el transcurso del mecanizado en una máquina de rectificar como muela de control numérico provista de un carro de la muela de rectificar (2) que transporta una muela de rectificar (1), con
- un dispositivo de referencia (10) adaptado para cooperar con la muñequilla (15) que se va a verificar,
 - 10 - un dispositivo de medición (6), móvil con el dispositivo de referencia (10),
 - un dispositivo de soporte (4) para sostener el dispositivo de referencia (10) y el dispositivo de medición (6), el dispositivo de soporte (4) comprendiendo
 - 15 - un elemento de soporte (5) adaptado para ser fijado al carro de la muela de rectificar (2),
 - un primer elemento de acoplamiento (9) acoplado al elemento de soporte (5) de modo que gira alrededor de un primer eje de giro (7) paralelo a dicho eje geométrico (8), y
 - 20 - un segundo elemento de acoplamiento (12) que transporta el dispositivo de referencia (10) y acoplado al primer elemento de acoplamiento (9) de modo que gira con respecto al mismo alrededor de un segundo eje de giro (11) paralelo a dicho eje geométrico (8),
 - un mecanismo de guiado asociado con el dispositivo de soporte (4) para el guiado de la disposición del dispositivo de referencia (10) sobre la muñequilla (15) hacia la condición de verificación del aparato y
 - 25 - un dispositivo de control (39) para controlar desplazamientos automáticos del aparato desde una posición de reposo a la posición de verificación, y viceversa,
- 30 caracterizado por que el mecanismo de guiado comprende una articulación de limitación (20) entre el elemento de soporte (5) y el segundo elemento de acoplamiento (12), con
- un tercer elemento de acoplamiento (22) acoplado al segundo elemento de acoplamiento (12) de modo que gira alrededor de un tercer eje de giro (21) paralelo a dicho eje geométrico (8) y separado del segundo eje de giro (11),
 - 35 - un cuarto elemento de acoplamiento (24) acoplado al elemento de soporte (5) de modo que gira alrededor de un cuarto eje de giro (25) paralelo a dicho eje geométrico (8) y separado de primer eje de giro (7),
 - el tercer elemento de acoplamiento (22) y el cuarto elemento de acoplamiento (24) estando conectados uno al otro, de modo que giran mutuamente alrededor de un quinto eje de giro (23) paralelo a dicho eje geométrico (8).
- 40 2. Aparato según la reivindicación 1 en el que el mecanismo de guiado comprende una superficie de tope (33; 33') conectada al elemento de soporte (5) y una superficie de apoyo (27), conectada al cuarto elemento de acoplamiento (24), adaptada para entrar en acoplamiento con dicha superficie de tope (33; 33') en una condición de guiado, para definir una colocación de dicho quinto eje de giro (23) con respecto a dicho primer eje de giro (7) y una disposición mutua de dicho primer elemento de acoplamiento (9) y el tercer elemento de acoplamiento (22), sustancialmente paralelos uno al otro.
- 45 3. Aparato según la reivindicación 2 en el que en el momento del contacto entre la superficie de apoyo (27) y la superficie de tope (33; 33'), dichos ejes de giro primero (7), segundo (11), tercero (21) y quinto (23) sitúan los vértices de una estructura de paralelogramo.
- 50 4. Aparato según la reivindicación 2 o la reivindicación 3 en el que la superficie de tope (33; 33') está definida por un elemento de tope (30) conectado, axialmente giratorio, al elemento de soporte (5).
- 55 5. Aparato según la reivindicación 4 en el que el elemento de tope (30) tiene la forma de un elemento sustancialmente cilíndrico con una superficie lateral que tiene un radio variable que define parcialmente dicha superficie de tope (33) y presenta un sector (31) con un radio reducido.
- 60 6. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones desde la 2 hasta la 5 en el que la articulación de limitación (20) incluye un rodillo (28), conectado al cuarto elemento de acoplamiento (24), adaptado para girar loco alrededor de un sexto eje de giro (29) paralelo a dicho eje geométrico (8) y que comprende una superficie de giro que define dicha superficie de apoyo (27), adaptada para cooperar con dicha superficie de tope (33; 33').
- 65 7. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que dicho dispositivo de control (39) comprende medios de accionamiento (41) y un elemento de empuje (40) conectado al elemento de soporte (5) y a los medios de

accionamiento (41), adaptado para girar alrededor del primer eje de giro (7) y que comprende una superficie de empuje (42) pensada para cooperar con el primer elemento de acoplamiento (9) para controlar dichos desplazamientos automáticos del aparato desde la posición de reposo a la condición de verificación.

5 8. Aparato según la reivindicación 4 o la reivindicación 5 en el que dicho dispositivo de control (39) comprende medios de accionamiento (41) y un elemento de empuje (40) conectado al elemento de soporte (5) y a los medios de accionamiento (41), adaptado para girar alrededor del primer eje de giro (7) y que incluye una superficie de empuje (42) pensada para cooperar con el primer elemento de acoplamiento (9) para controlar dichos desplazamientos automáticos del aparato desde la posición de reposo hasta la condición de verificación, el elemento de tope (30) siendo integral con el elemento de empuje (40) de modo que la superficie de tope (33; 33') está centrada en el primer eje de giro (7).

15 9. Aparato según la reivindicación 8 en el que la articulación de limitación (20) incluye un rodillo (28), conectado al cuarto elemento de acoplamiento (24), adaptado para girar loco alrededor de un sexto eje de giro (29) paralelo a dicho eje geométrico (8) y que comprende una superficie de giro que define dicha superficie de apoyo (27) adaptada para cooperar con dicha superficie de tope (33; 33').

20 10. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores adicionalmente comprendiendo un mecanismo de acoplamiento y limitación (60; 70; 80) adaptado para permitir movimientos angulares limitados del dispositivo de referencia (10) con respecto a la articulación de limitación (20), alrededor de un eje de oscilación paralelo a dicho eje geométrico (8).

25 11. Aparato según la reivindicación 10 en el que el mecanismo de acoplamiento y limitación (60; 70; 80) incluye - por lo menos un par de apoyos mecánicos (62, 112, 63, 113; 71, 72; 82, 122, 83, 123) adaptados para definir y limitar la extensión de dichos movimientos angulares limitados, y

30 - un dispositivo de empuje (65; 75; 85) adaptado para empujar los apoyos mecánicos (62, 112, 63, 113; 71, 72; 82, 122, 83, 123) de dicho por lo menos un par unos contra otros.

12. Aparato según la reivindicación 10 o la reivindicación 11 comprendiendo un brazo de soporte (110; 110'') adaptado para transportar el dispositivo de referencia (10) y el dispositivo de medición (6) y conectado al segundo elemento de acoplamiento (12) giratorio alrededor del eje de oscilación.

35 13. Aparato según la reivindicación 12 en el que el mecanismo de acoplamiento y limitación (60; 80) comprende dos topes (62, 63; 82, 83) encarados uno al otro e integral a uno de dicho brazo de soporte (110; 110') y el segundo elemento de acoplamiento (12) para definir y limitar la extensión de dichos movimientos angulares limitados.

40 14. Aparato según la reivindicación 12 o la reivindicación 13 en el que dicho brazo de soporte (110) está también conectado de forma giratoria al primer elemento de acoplamiento (9), el eje de oscilación siendo coincidente con el segundo eje de giro (11).

45 15. Aparato según la reivindicación 12 o la reivindicación 13 en el que dicho brazo de soporte (110'') está también conectado de forma giratoria al tercer elemento de acoplamiento (22), el eje de oscilación siendo coincidente con el tercer eje de giro (21).

50 16. Aparato según la reivindicación 13 en el que el mecanismo de acoplamiento y limitación (80) comprende un elemento de horquilla (81), rígidamente conectado al brazo de soporte (110'') o integralmente definido por el brazo de soporte (110''), que define dichos dos topes (82, 83), los dos topes (82, 83) estando adaptados para entrar en contacto con superficies mutuamente opuestas (122, 123) del segundo elemento de acoplamiento (12) para definir la extensión de dichos movimientos angulares limitados del dispositivo de referencia (10) con respecto al segundo elemento de acoplamiento (12).

55 17. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores para la verificación de una muñequilla (15) que gira orbitalmente alrededor de dicho eje geométrico (8).

18. Aparato según la reivindicación 17 en el que el dispositivo de referencia (10) es un dispositivo en forma de V que tiene superficies de apoyo y de referencia adaptadas para acoplar la superficie de la muñequilla (15).

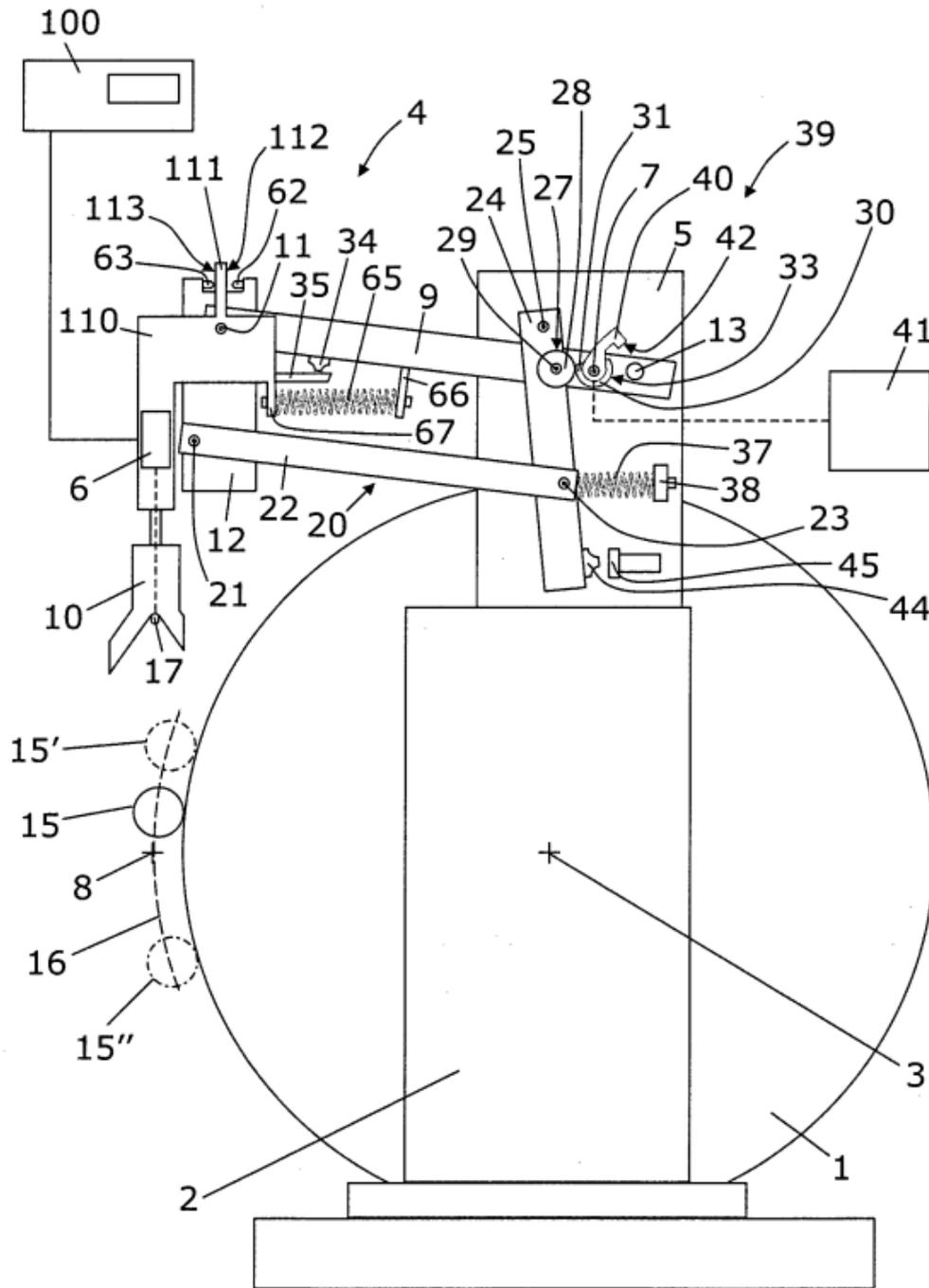


Fig. 1

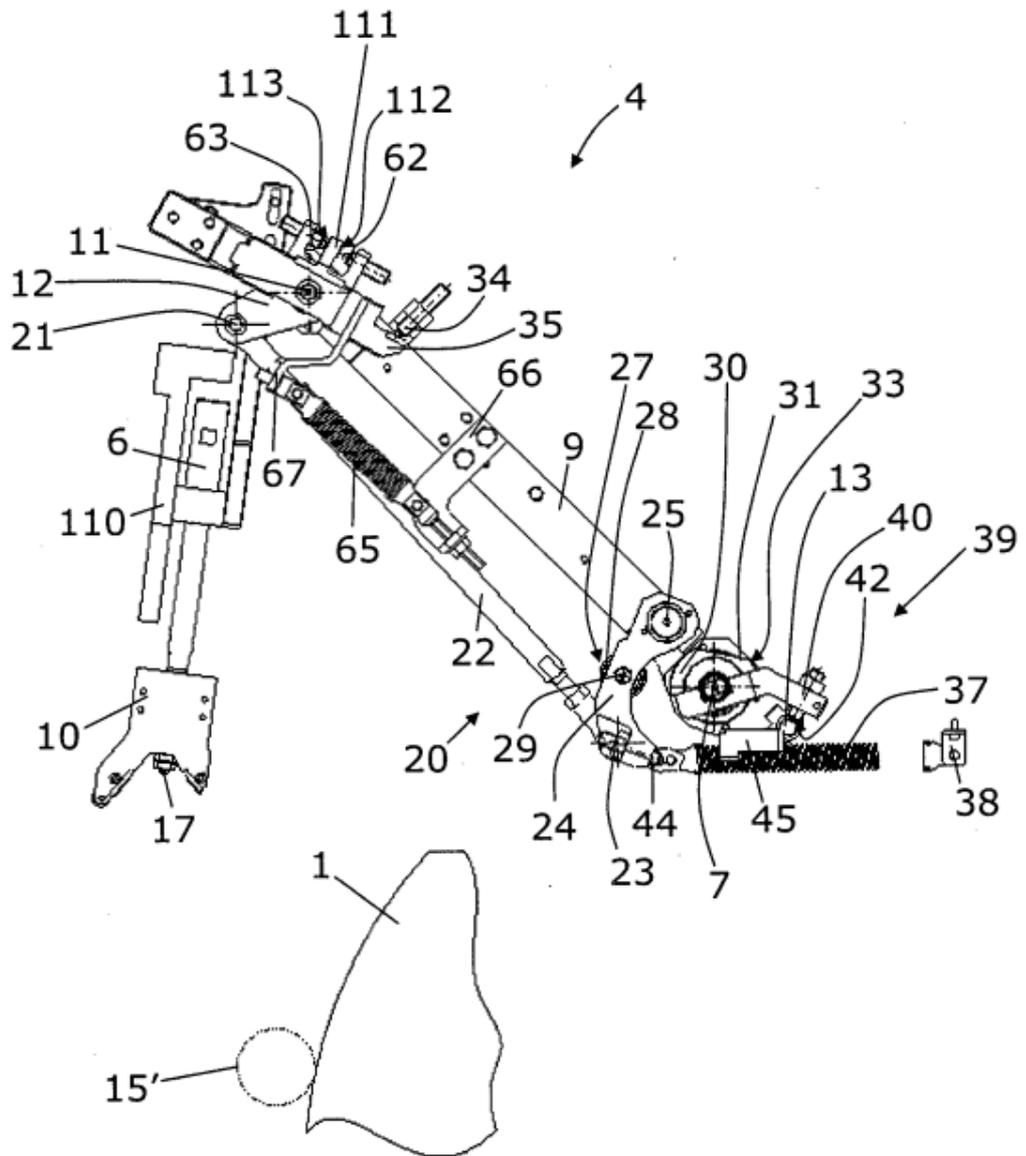


Fig. 2

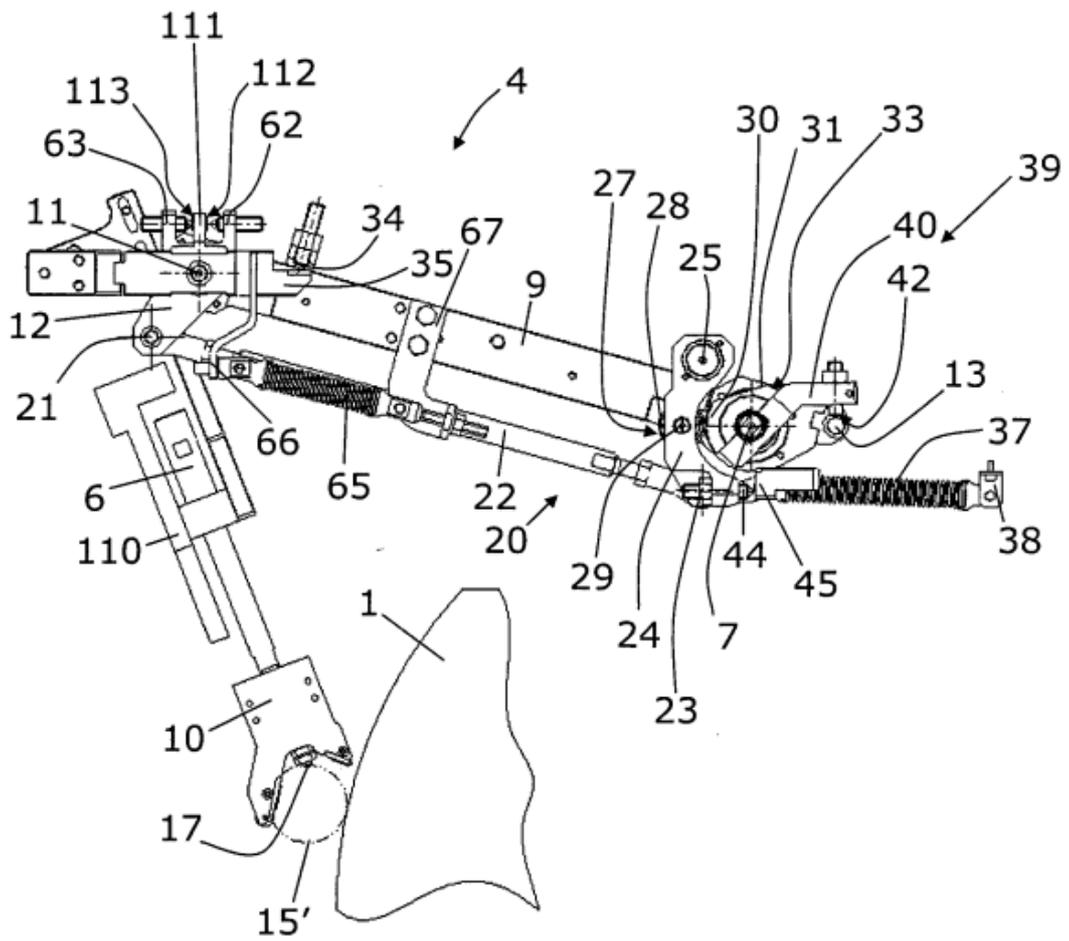
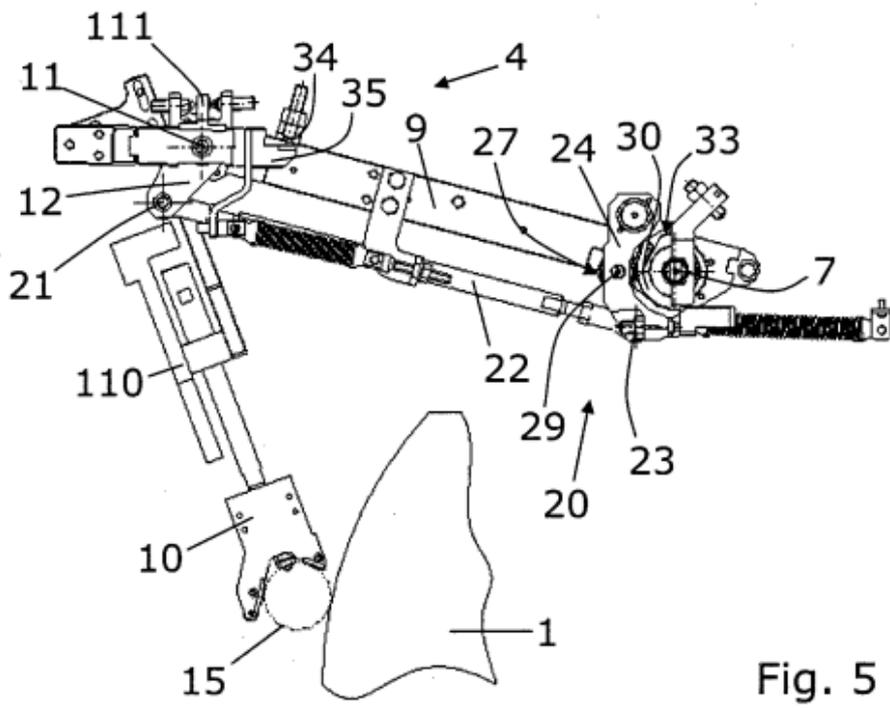
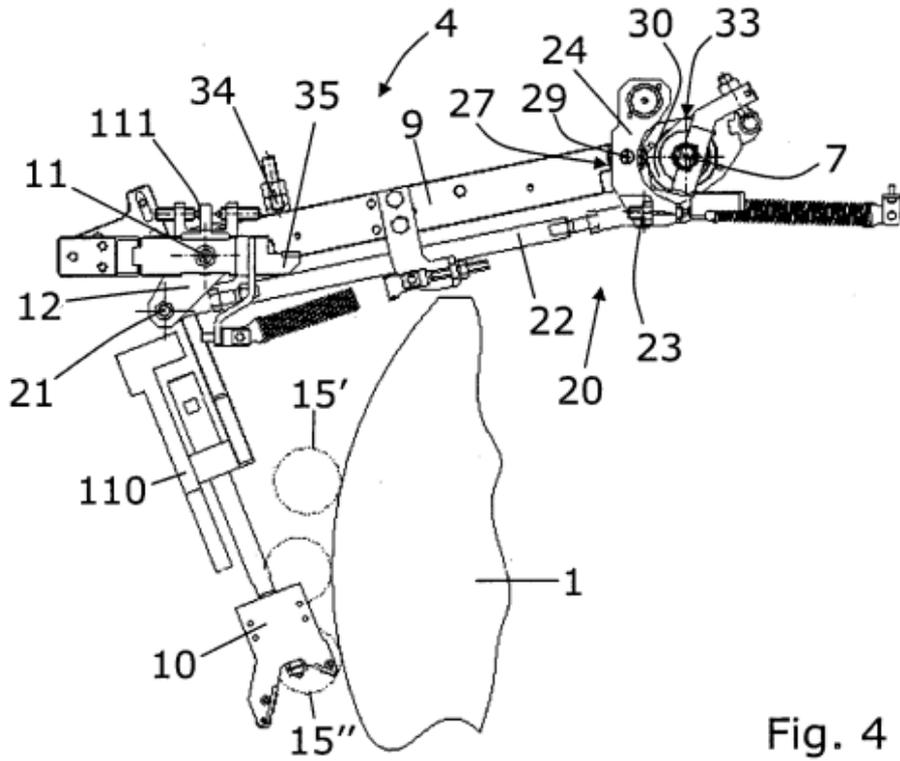
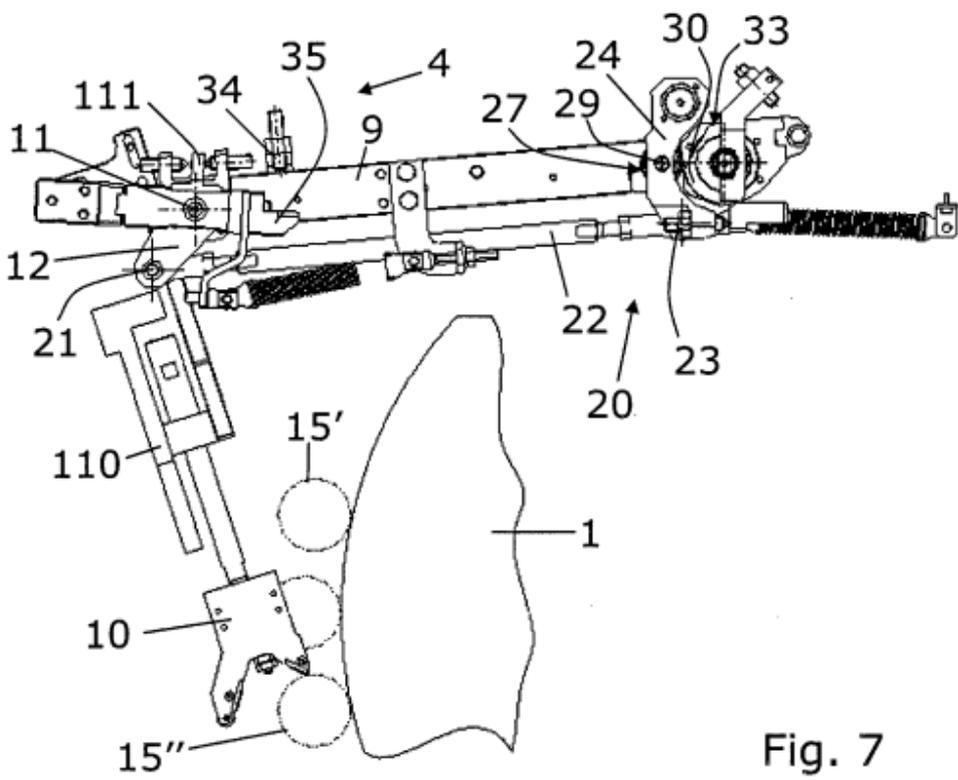
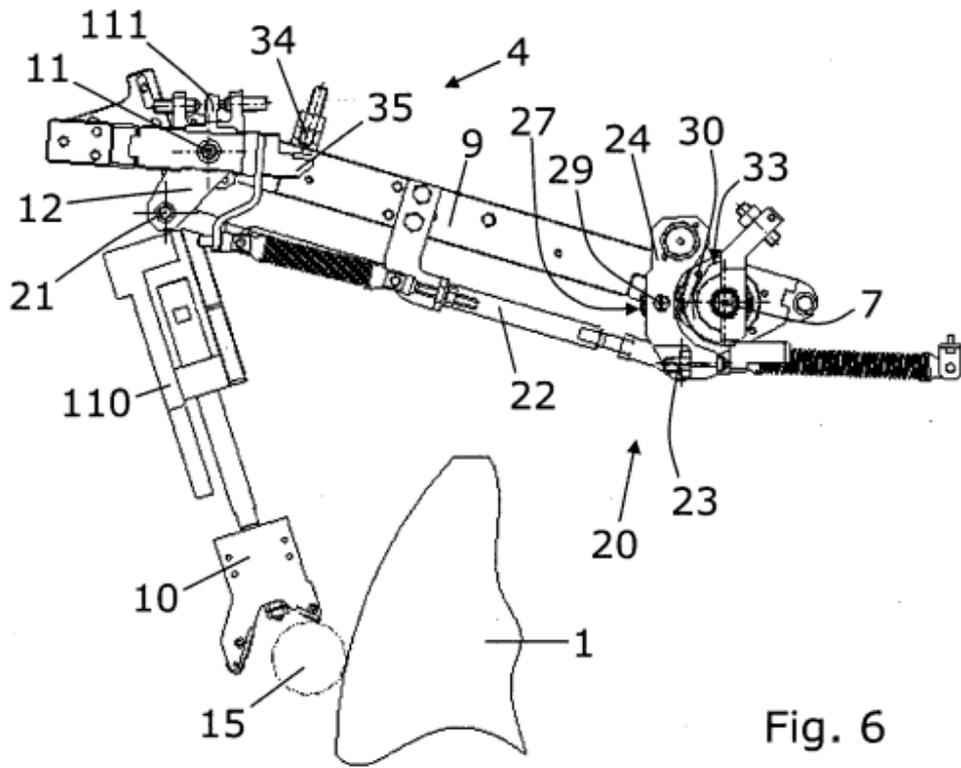


Fig. 3





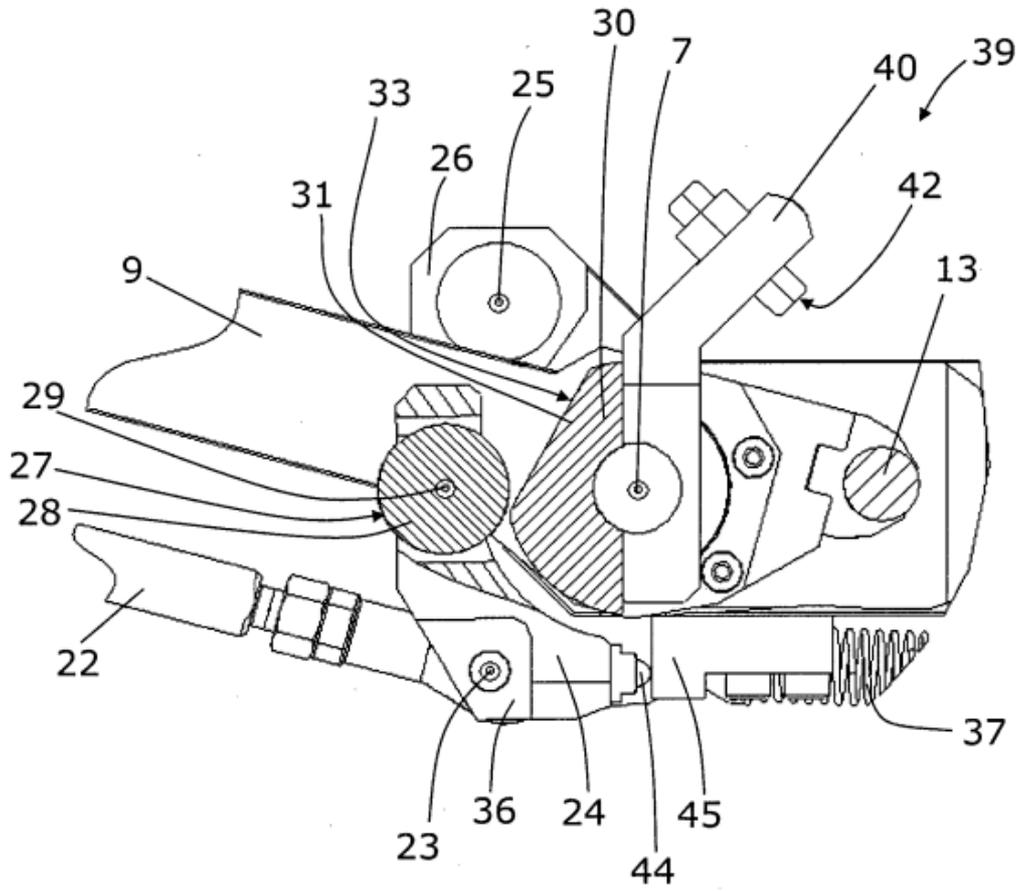


Fig. 8

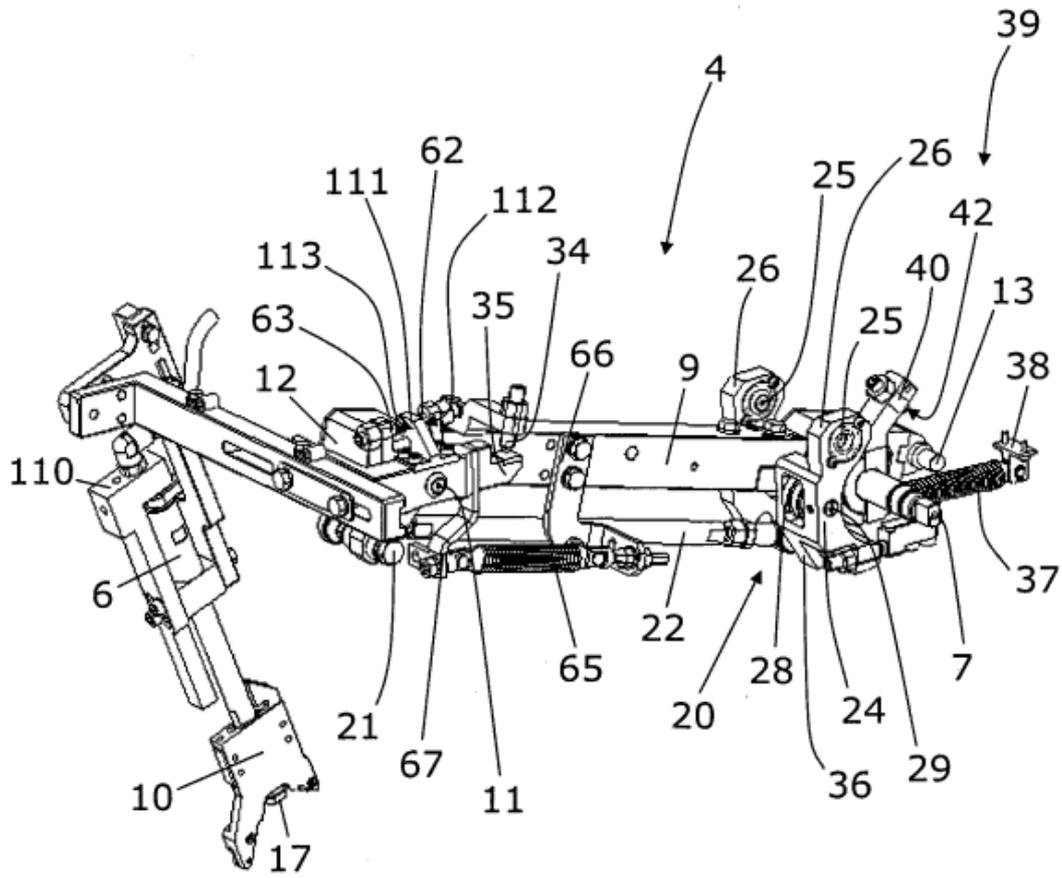


Fig. 9

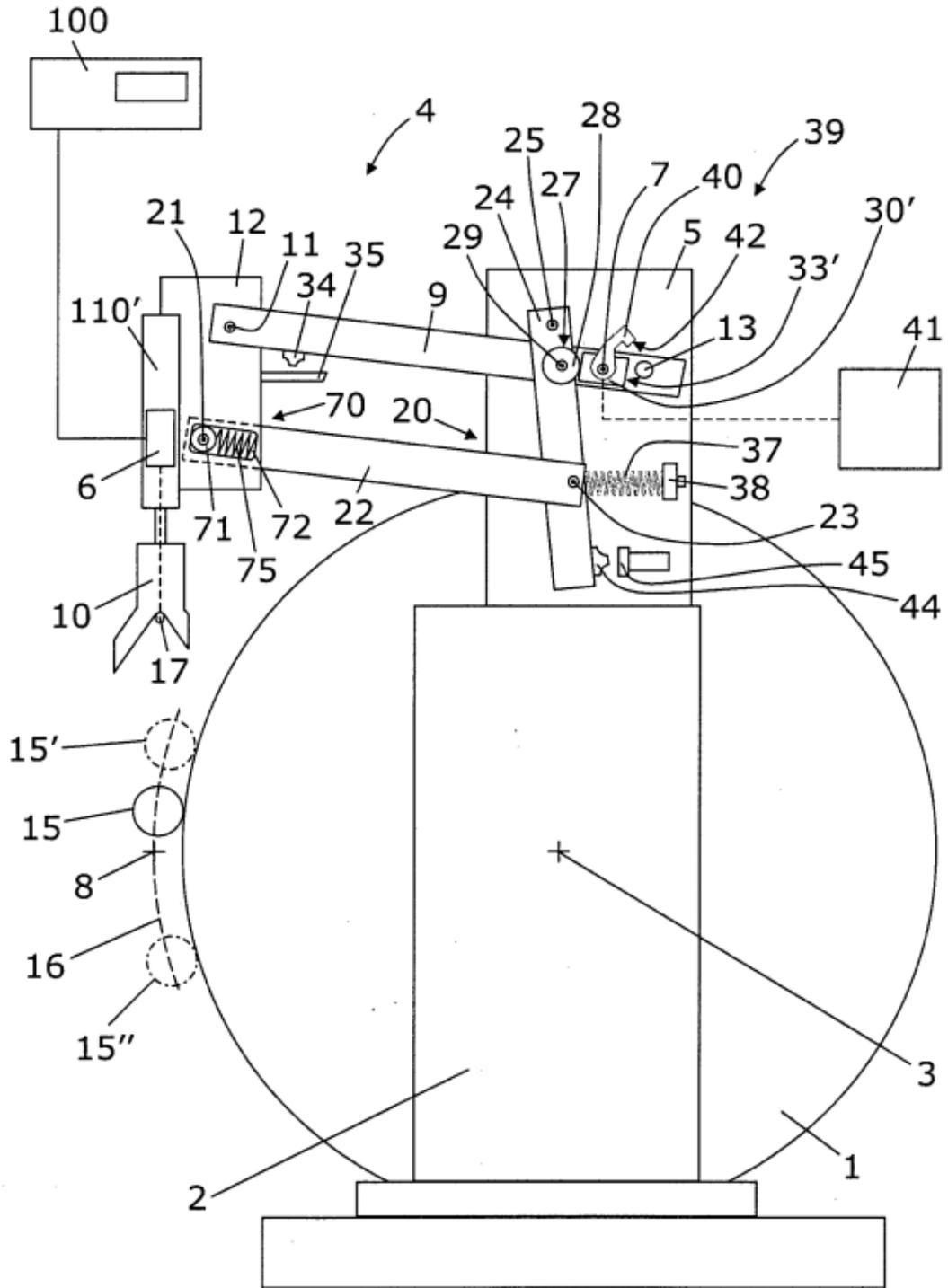


Fig. 10

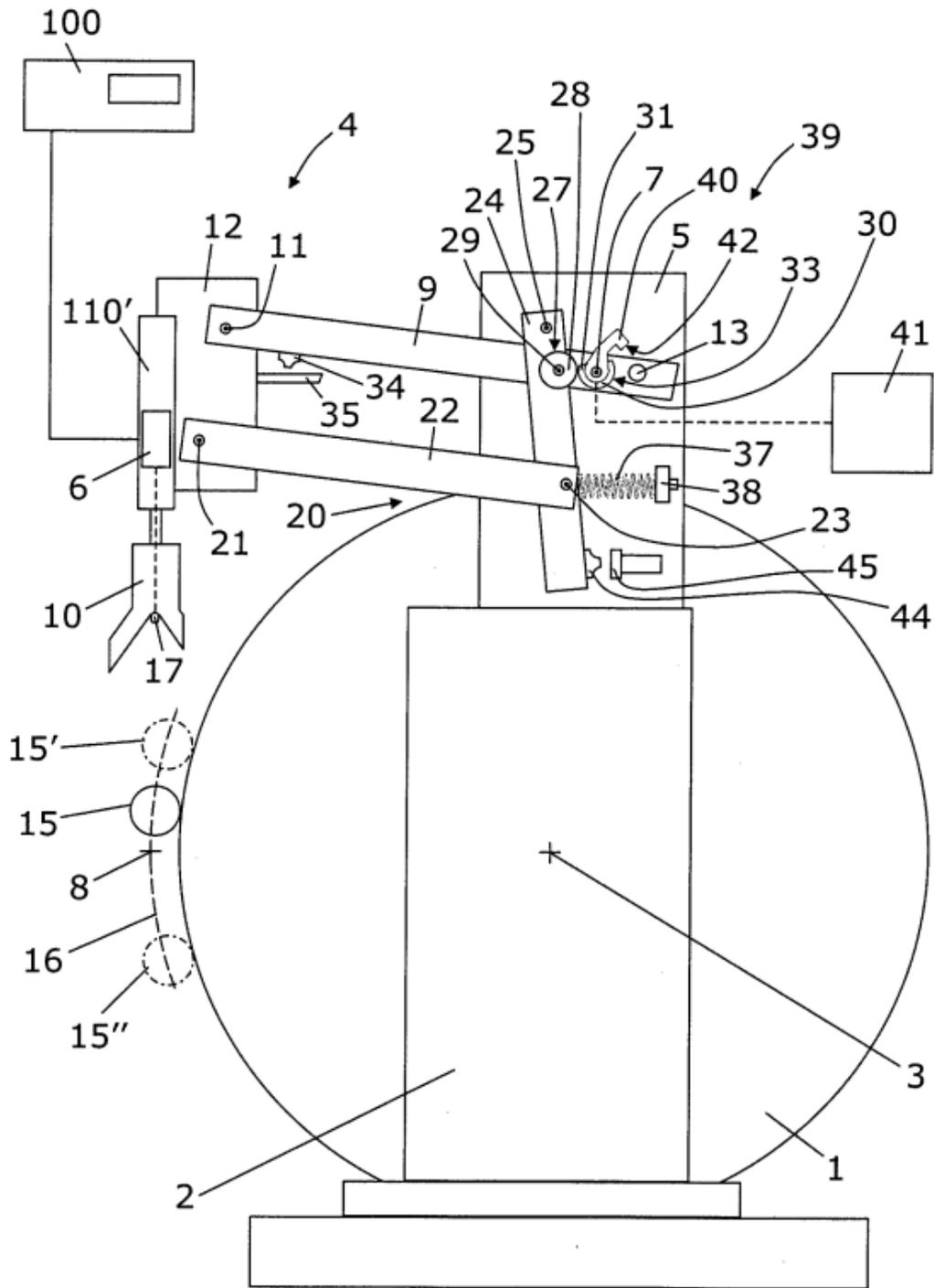


Fig. 12