



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 359 538**

51 Int. Cl.:

**G01B 5/08** (2006.01)

**B24B 5/42** (2006.01)

**B24B 49/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08105889 .3**

96 Fecha de presentación : **21.12.2000**

97 Número de publicación de la solicitud: **2028437**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.02.2009**

54

Título: **Aparato para verificar las dimensiones de piezas cilíndricas.**

30

Prioridad: **18.01.2000 IT BO00A0012**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**24.05.2011**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**24.05.2011**

73

Titular/es: **MARPOSS Societa' per Azioni**  
**Via Saliceto 13**  
**40010 Bentivoglio, BO, IT**

72

Inventor/es: **Dall'Aglio, Carlo y**  
**Montanari, William**

74

Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 359 538 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 de piezas cilíndricas

5 La presente invención se refiere a un aparato para verificar el diámetro de una muñequilla de cigüeñal que gira de forma orbital alrededor de un eje geométrico, por ejemplo una muñequilla de cigüeñal que gira de forma orbital, en el transcurso del mecanizado en una máquina de rectificar de control numérico que incluye un carro de la muela abrasiva, con un dispositivo de referencia en forma de V para cooperar con la pieza que se va a verificar, un dispositivo de medición móvil con el dispositivo de referencia en forma de V, un dispositivo de soporte para sostener el dispositivo de referencia en forma de V 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 abrasiva, un primer elemento de acoplamiento acoplado al elemento de soporte de modo que gira alrededor de un primer eje de giro, y un segundo elemento de acoplamiento que transporta el dispositivo de referencia en forma de V y acoplado al primer elemento de acoplamiento de modo que gira con respecto al mismo alrededor de un segundo eje de giro paralelo al primer eje de giro, un mecanismo de guiado asociado con el dispositivo de referencia en forma de V para el guiado de la colocación del último sobre la muñequilla de cigüeñal hacia una condición de verificación del aparato y un dispositivo de control para controlar los desplazamientos automáticos del aparato desde una posición de reposo a una condición de verificación, en el transcurso de tales desplazamientos el dispositivo de referencia en forma de V realizando movimientos de cierre con respecto al elemento de soporte.

20 Un aparato con estas características, para la verificación del diámetro de muñequillas de cigüeñal que giran con un movimiento orbital alrededor de un eje geométrico, se expone en la solicitud de patente internacional WO-A-9712724, presentada por el mismo solicitante de la presente solicitud.

25 En particular, según las formas de realización representadas y descritas en el documento WO-A-9712724 anteriormente mencionado, el aparato tiene un dispositivo de referencia en forma de V que descansa sobre la muñequilla de cigüeñal que se va a verificar y medios de guía asociados con dicho dispositivo de referencia en forma de V, por ejemplo con elementos provistos de superficies adecuadamente conformadas para entrar en acoplamiento con la muñequilla de cigüeñal.

30 Las formas de realización presentadas en la solicitud de patente internacional WO-A-9712724 garantizan resultados metroológicos excelentes y pequeñas fuerzas de inercia y las normas de comportamiento de los aparatos con estas características, fabricados por el solicitante de la presente solicitud de patente, confirman la calidad remarcable y la fiabilidad de las aplicaciones.

35 Sin embargo, en algunos casos puede haber problemas debido al limitado espacio disponible en la máquina-herramienta para el montaje del aparato de verificación que incluye los elementos de guía que tienen superficies con una extensión apropiada para garantizar la cooperación correcta con la muñequilla de cigüeñal que se va a verificar.

40 El objeto de la presente invención es proporcionar un aparato para la verificación metroológica de muñequillas de cigüeñal que giran en el transcurso del mecanizado en una máquina-herramienta, por ejemplo durante la verificación en proceso en una máquina de rectificar para rectificar muñequillas de cigüeñal que giran con un movimiento orbital, que puede garantizar las mismas normas de comportamiento, en términos de precisión y fiabilidad que aquellas del aparato según el documento WO-A-9712724 anteriormente mencionado y ofrece pequeñas dimensiones de distribución en planta con respecto a aquel aparato.

50 Este problema se resuelve mediante un aparato de verificación del tipo mencionado antes en este documento, en el que el mecanismo de guiado incluye un dispositivo limitador con un elemento rígido alargado acoplado de forma móvil al elemento de soporte y un primer elemento de apoyo de referencia y un segundo elemento de apoyo de referencia ambos rígidamente conectados al elemento de soporte y al segundo elemento de acoplamiento, el elemento rígido alargado definiendo una primera superficie de apoyo mecánico y una segunda superficie de apoyo mecánico adaptadas para acoplarse de forma deslizante con el primer elemento de apoyo de referencia y el segundo elemento de apoyo de referencia, respectivamente, para limitar los movimientos de cierre del dispositivo de referencia en forma de V y los desplazamientos de guiado del dispositivo de referencia en forma de V hacia la muñequilla de cigüeñal que se va a verificar durante los desplazamientos automáticos hacia la condición de verificación, la segunda superficie de apoyo mecánico estando adaptada para desacoplarse del segundo elemento de apoyo de referencia en el momento del contacto entre el dispositivo de referencia en forma de V y la muñequilla de cigüeñal que se va a verificar.

60 Una ventaja que proporciona la presente invención es que, en virtud de la presencia del dispositivo limitador, se evita que el dispositivo de referencia colisione contra la muela abrasiva en el caso en el que el aparato esté accidentalmente controlado para desplazarse hacia la condición de verificación y no exista muñequilla de cigüeñal en la mesa de trabajo.

65 La invención se describe ahora con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos, que muestran una forma de realización preferida a título de ilustración y no de limitación. En dichos dibujos:

- la figura 1 es una vista lateral de un aparato de medición montado en el carro de la muela abrasiva de una máquina de rectificar para cigüeñales, representado en una posición de reposo;
- 5 las figuras 2 y 3 son vistas laterales parciales, que muestran a una escala mayor y con algunos detalles en sección transversal, del aparato de la figura 1, bajo una condición de funcionamiento diferente;
- la figura 4 es una vista lateral parcial de algunos componentes del aparato representado en la figura 3 tomada a lo largo de la línea IV-IV de la figura 5;
- la figura 5 es una vista frontal parcial del aparato de la figura 3 montado en el carro de la muela abrasiva de la máquina de rectificar;
- 10 la figura 6 muestra un detalle del dispositivo de medición de un aparato según la presente invención para la medición comparativa del diámetro de una muñequilla de cigüeñal, que evita interferencias con el taladro de lubricación en la muñequilla de cigüeñal; y
- la figura 7 es una vista parcialmente en sección transversal del sistema de medición del aparato.
- 15 Con referencia a las figuras 1 a 5, el carro de la muela abrasiva 1 de una máquina de rectificar de control numérico por ordenador ("CNC") para rectificar cigüeñales sostiene un husillo 2 que define el eje de giro 3 de la muela abrasiva 4. El carro de la muela abrasiva 1 transporta un dispositivo de soporte que incluye un elemento de soporte 5 que, por medio de un pasador de giro 6, con rodamientos previamente cargados, no representados, sostiene un primer elemento de acoplamiento giratorio 9. El pasador 6 define un primer eje de giro 7 paralelo al eje de giro 3 de la muela abrasiva 4 y al eje de giro 8 del cigüeñal. A su vez, el elemento de acoplamiento 9 por medio de un pasador de giro 10, con rodamientos previamente cargados, no representados, define un segundo eje de giro 11 paralelo a los ejes de giro 3 y 8, sostiene un segundo elemento de acoplamiento giratorio 12. En el extremo libre del elemento de acoplamiento 12 está acoplada una cubierta de guía 15 en la cual se puede trasladar axialmente una varilla de transmisión 16 que transporta un palpador 17 para entrar en contacto con la superficie de la muñequilla de cigüeñal 18 que se va a verificar. Los desplazamientos de la varilla 16 son detectados por un dispositivo de medición, como se describe más adelante en este documento. En el extremo inferior de la cubierta de guía 15 está fijado un bloque de soporte 19 que sostiene un dispositivo de referencia 20, en forma de V, adaptado para acoplar la superficie de la muñequilla de cigüeñal 18 que se va a verificar, en virtud de los giros permitidos por los pasadores 6 y 10. La varilla de transmisión 16 es móvil a lo largo de la línea bisectriz del dispositivo de referencia en forma de V 20.
- 20
- 25 Una espiral de volante 21, más específicamente un resorte de torsión helicoidal, representado en la figura 5, está colocado entre el elemento de soporte 5 y el primer elemento giratorio 9. El resorte 21, que tiene una extensión sustancialmente cilíndrica, está colocado alrededor del pasador 6 y tiene sus extremos acoplados a los pasadores 13 y 14 integrales con el elemento de soporte 5 y con el primer elemento de acoplamiento giratorio 9, respectivamente. El resorte 21 aplica una fuerza que tiende a causar el giro del primer elemento de acoplamiento 9 con respecto al elemento de soporte 5 en el sentido de las agujas del reloj (con referencia a las figuras 1-3) y para equilibrar el peso del aparato en una condición de verificación, como se describe más adelante en este documento.
- 30
- Un mecanismo de guiado que, según la siguiente descripción más detallada, tiene la función de dispositivo de referencia de guiado 20 para acoplar la muñequilla de cigüeñal 18, incluye un dispositivo limitador 70 colocado entre el carro de la muela abrasiva 1 y el segundo elemento de acoplamiento 12, para limitar y guiar los movimientos del primer elemento de acoplamiento 9 y el segundo elemento de acoplamiento 12 durante sus giros alrededor de los ejes de giro 7 y 11 definidos por los pasadores 6 y 10.
- 35
- 40 El dispositivo limitador 70 incluye elementos de soporte y guiado con un elemento tubular 71 fijado al primer elemento de acoplamiento 9 por medio de tornillos 72 y colocado paralelo a dicho elemento 9, y un elemento alargado rígido o vástago 73, alojado en el interior del elemento tubular 71 y guiado para realizar traslaciones axiales mediante dos casquillos 74 y 75 colocados en el interior del elemento tubular 71 como se ilustra en la figura 3. Superficies de apoyo internas 68 y 69 limitan la entidad de las traslaciones axiales entre el vástago 73 y el elemento tubular 71 y un resorte de compresión 67 mantiene las superficies 68 y 69 una contra la otra cuando no existen tensiones externas. Los extremos del vástago 73 tienen una primera superficie de apoyo mecánico 76 y una segunda superficie de apoyo mecánico 77 (ilustradas en las figuras 2 y 3), que son sustancialmente planas y perpendiculares con respecto al eje del vástago 73. Además, el dispositivo limitador 70 incluye un primer elemento de apoyo de referencia con un pasador 78 acoplado de un modo ajustable al elemento de soporte 5 (y por consiguiente al carro de la muela abrasiva 1) y un segundo elemento de apoyo de referencia con un pasador 79 acoplado de un modo ajustable al segundo elemento de acoplamiento 12 (y por consiguiente al dispositivo de referencia 20). Los pasadores 78 y 79 definen superficies de apoyo convexas, en particular esféricas. Una forma de realización diferente de la invención puede incluir superficies apoyo 76, 77, 78 y 79 provistas de formas geométricas diferentes.
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65 Un resorte de cierre de retorno 26 está acoplado entre bloques 22 y 24, que están fijados, respectivamente, a los elementos de acoplamiento giratorios primero (9) y segundo (12) en la proximidad del pasador de giro 10. Un elemento de tope positivo ajustable 33, también acoplado al bloque 22, es forzado por el resorte 26 contra una superficie de apoyo del bloque 24 para conseguir un dispositivo para limitar la posición angular entre los elementos de acoplamiento primero (9) y segundo (12) y los desplazamientos de giro alternativo asociados.

Un elemento de apoyo fijo adicional 35 está rígidamente acoplado al elemento de soporte 5 y pensado para cooperar con la superficie exterior del elemento tubular 71 para limitar los giros en el sentido contrario a las agujas del reloj (con referencia a las figuras 1-3) del primer elemento de acoplamiento 9 alrededor del eje 7.

5 El cigüeñal que se va a verificar está colocado en la mesa de trabajo 23, entre un husillo y un contrapunto, no representado, que definen el eje de giro 8, coincidente con el eje geométrico principal del cigüeñal. Como consecuencia, la muñequilla de cigüeñal 18 realiza un movimiento orbital alrededor del eje 8. El número de referencia 18' indica la posición superior que alcanza la muñequilla de cigüeñal, mientras el número de referencia 18" indica la posición inferior de la muñequilla de cigüeñal. Incluso aunque la muñequilla de cigüeñal 18 gire  
10 excéntricamente alrededor del eje 8, pero describiendo una trayectoria circular, la trayectoria del pasador con respecto al carro de la muela abrasiva 1 se puede representar, sustancialmente, mediante el arco representado con una línea de trazos e indicado con el número de referencia 25. Por lo tanto, cuando el dispositivo de referencia 20 descansa sobre la muñequilla de cigüeñal 18, describe una trayectoria similar, con un movimiento alternativo de arriba hacia abajo y viceversa y a una frecuencia, de algunas decenas de revoluciones por minuto, igual a aquella  
15 del movimiento orbital de la muñequilla de cigüeñal 18. Esto es debido al hecho de que el aparato de verificación es transportado por el carro de la muela abrasiva 1 que, en las máquinas de rectificar de control numérico modernas, mecaniza las muñequillas de cigüeñal mientras giran en un movimiento orbital mediante el "seguimiento" de los pasadores de modo que la muela abrasiva se mantiene en contacto con la superficie que se va a rectificar. Evidentemente, al movimiento transversal de "seguimiento", se añade un movimiento de avance para la extracción  
20 de material. Por lo tanto, se comprende que los desplazamientos de los elementos que forman el aparato de verificación implican fuerzas de inercia relativamente pequeñas, con la ventaja del comportamiento metrológico, el desgaste limitado y la fiabilidad del aparato.

Un dispositivo de control, con algunos detalles representados en las figuras 4 y 5, incluye un cilindro de doble efecto  
25 28, por ejemplo del tipo hidráulico. El cilindro 28 está sostenido por el carro de la muela abrasiva 1 y comprende un elemento móvil, en particular una varilla 29, acoplada en un extremo al pistón del cilindro 28 y en el otro, por medio de un pasador de giro 27, en una parte intermedia de un elemento móvil, más específicamente una palanca 30, la última estando a su vez unida a un extremo y por medio de un pasador de giro 6, al elemento de soporte 5. Cuando el cilindro 28 es activado para desplazar el pistón y retraer la varilla 29 hacia la izquierda (con referencia a la figura  
30 4), la palanca 30 gira en el sentido contrario a las agujas del reloj (con referencia a la figura 4) alrededor del pasador 6 y el extremo libre de la palanca 30 entra en contacto con un elemento de gancho o pasador 32 fijado al primer elemento de acoplamiento 9, causando que el último gire en el sentido contrario a las agujas del reloj (figura 4) y el aparato de verificación se desplace a la posición de reposo representada en la figura 1. Durante este desplazamiento, la superficie de apoyo del bloque 24 entra en contacto, forzada por el resorte 26, con el elemento  
35 de tope positivo 33, definiendo de ese modo un valor máximo del ángulo formado entre los dos elementos de acoplamiento 9 y 12. La retracción del aparato de verificación a la posición de reposo normalmente está controlada por el control numérico de la máquina de rectificar cuando, en la masa de la señal de medición del aparato de verificación, se detecta que la muñequilla de cigüeñal 18 ha alcanzado la dimensión (diametral) requerida. Después de ello, tiene lugar el mecanizado de otras piezas del cigüeñal o, en el caso en el que se haya completado el  
40 mecanizado del cigüeñal, se descarga la pieza, manualmente o automáticamente, y se carga una nueva pieza en la mesa de trabajo 23.

Cuando se tiene que mecanizar una nueva muñequilla de cigüeñal, se lleva frente a la muela abrasiva 4, generalmente desplazando la mesa de trabajo 23 (en el caso de una máquina de rectificar con una única muela  
45 abrasiva) y el aparato se mueve a la condición de verificación. Esto ocurre controlando, por medio del control numérico de la máquina de rectificar, el cilindro 28 de forma que la varilla 29 se desplace hacia la derecha (con referencia a la figura 4). Por lo tanto, el extremo libre de la palanca 30 (que gira en el sentido de las agujas del reloj, en la figura 4, alrededor del pasador de giro 6) se desacopla del pasador de gancho 32 y el bloque de soporte 19, a través de giros de los elementos de acoplamiento 9, 12, debido al peso específico de los componentes del aparato  
50 de verificación, se aproxima a la muñequilla de cigüeñal 18, que mientras tanto se mueve según su trayectoria orbital. Más específicamente, en una primera fase del desplazamiento los elementos de acoplamiento 9 y 12 giran integralmente alrededor del eje de giro 6 porque el resorte 26 mantiene al elemento de tope positivo 33 en apoyo contra la superficie del bloque 24. En esta fase la posición del vástago 73 en el elemento tubular 71 está definida por el reposo de las superficies de apoyo interiores 68 y 69 forzadas una contra la otra por el empuje del resorte de  
55 compresión 67. Después de un giro de una entidad específica y mientras el bloque de soporte 19 y el dispositivo de referencia 20 realizan movimientos de cierre con respecto al elemento de soporte 5 aproximándose ambas la muñequilla de cigüeñal 18 que se desplaza de forma orbital y la muela abrasiva 4, la primera superficie de apoyo mecánico 76 del vástago 73 toca el pasador 78 y, después de un desplazamiento corto adicional, una superficie del dispositivo de referencia en forma de V 20 acopla o no acopla la muñequilla de cigüeñal 18. En el primer caso, además del descanso completo del dispositivo 20 sobre la muñequilla de cigüeñal 18, el elemento de tope positivo  
60 33 se separa de la superficie del bloque 24 y la cooperación correcta entre la muñequilla de cigüeñal 18 y el dispositivo de referencia 20 se mantiene en el transcurso de la fase de verificación en virtud de los desplazamientos de los elementos de acoplamiento 9 y 12 causados por la fuerza de la gravedad y por el empuje de la muñequilla de cigüeñal 18, en oposición a la fuerza de la gravedad aplicada a los elementos del aparato de verificación. Las  
65 dimensiones y la estructura del aparato se pueden diseñar de tal modo que, por ejemplo, cada uno de los lados de la

V del dispositivo de referencia 20 aplique a la muñequilla de cigüeñal 18 una fuerza, debida a la gravedad, de aproximadamente un kilogramo.

5 Si, por el contrario, en el transcurso de los movimientos de cierre anteriormente mencionados y después de que  
 10 haya ocurrido el contacto entre la primera superficie de apoyo mecánico 76 del vástago 73 y el pasador 78, la  
 superficie del dispositivo de referencia en forma de V 20 no acopla la muñequilla de cigüeñal 18 (y, en algunos  
 casos, las dimensiones del aparato puede ser tales que, en la primera fase del desplazamiento, el dispositivo de  
 referencia en forma de V 20 puede no acoplar la muñequilla de cigüeñal 18), después de un desplazamiento corto  
 15 adicional la segunda superficie extrema 77 del vástago 73 toca el pasador 79. En este punto (figura 2), en una  
 segunda fase del desplazamiento, el elemento de tope positivo 33 se desacopla de la superficie del bloque 24 y,  
 mientras el primer elemento de acoplamiento 9 continúa girando alrededor del eje 7, el segundo elemento de  
 acoplamiento 12 gira con respecto al primero 9 alrededor del segundo eje de giro 11 y el bloque de soporte 19 se  
 20 desplaza a lo largo de una trayectoria que es sustancialmente paralela al perfil de la muela abrasiva 4. Este  
 desplazamiento es debido al hecho de que, en esta segunda fase del desplazamiento, los puntos de contacto entre  
 las superficies extremas planas 76 y 77 y los pasadores de apoyo 78 y 79 (la posición de estos puntos varía como  
 consecuencia del deslizamiento de los pasadores de apoyo 78 y 79 sobre las superficies 76 y 77) definen ejes  
 instantáneos de giro paralelos a los ejes 7 y 11. En otras palabras, los elementos de acoplamiento primero (9) y  
 segundo (12), el elemento de soporte 5 y el vástago 73 definen sustancialmente una estructura en forma de  
 25 paralelogramo en la cual la distancia que separa dos ejes de giro con respecto a los otros dos varía ligeramente en  
 el transcurso del desplazamiento. Durante este desplazamiento, el dispositivo de referencia en forma de V 20 es  
 guiado hacia la muñequilla de cigüeñal 18 y puede entrar en contacto con ella en cualquier punto de su trayectoria  
 orbital.

25 Las dimensiones del aparato son tales que el contacto entre la muñequilla de cigüeñal 18 y el dispositivo en forma  
 de V 20 causan el desacoplamiento inmediato de uno de los dos pares de superficies de apoyo mecánico definidas  
 por los extremos 76 y 77 del vástago 73 y los pasadores de apoyo 78 y 79. La figura 2, que se refiere a una  
 condición en la cual ambas superficies extremas planas 76 y 77 del vástago 73 han entrado en contacto con los  
 respectivos pasadores de apoyo 78 y 79, muestra la posición del dispositivo en forma de V 20 con respecto a la  
 30 posición superior 18' que la muñequilla de cigüeñal 18 alcanza en el transcurso de su desplazamiento. Es evidente  
 que la muñequilla de cigüeñal 18 primero encuentra el lado de la V más alejado de la muela abrasiva 4 y el  
 dispositivo 20 adapta su posición sobre la muñequilla de cigüeñal 18 gracias al giro limitado del bloque de soporte 19  
 (en el sentido contrario a las agujas del reloj con referencia a la figura 2) y este giro causa el desacoplamiento de la  
 superficie extrema plana 77 del vástago 73 y el pasador 79. Por lo tanto, es posible mantener la cooperación  
 35 correcta entre la muñequilla de cigüeñal 18 y el dispositivo de referencia 20 en el transcurso de la fase de  
 verificación, como se ha mencionado antes en este documento, en virtud de los desplazamientos de los elementos  
 de acoplamiento 9 y 12, causados por la fuerza de la gravedad y por el empuje de la muñequilla de cigüeñal 18, en  
 oposición a la fuerza de la gravedad que actúa sobre los elementos del aparato de verificación. Por lo tanto, el  
 dispositivo limitador 70 no interfiere, durante la fase de verificación, con el libre desplazamiento de los elementos de  
 40 acoplamiento 9 y 12.

40 Por lo tanto, la presencia del dispositivo limitador 70 permite conseguir un desplazamiento guiado del dispositivo de  
 referencia en forma de V 20 hacia la muñequilla de cigüeñal 18 que se va a verificar, y este desplazamiento  
 garantiza el acoplamiento dinámico del primero con la última en la condición de verificación correcta. El dispositivo  
 limitador 70, que empieza funcionando únicamente en un cierto punto del desplazamiento automático controlado por  
 45 el cilindro 28, y sólo si es necesario (en otros términos si no ha ocurrido el acoplamiento correcto del dispositivo en  
 forma de V 20 sobre la muñequilla de cigüeñal 18 entre tanto), limita los movimientos de cierre del dispositivo de  
 referencia 20 durante los cuales el último se aproxima hacia la muela abrasiva 4, guiando sus desplazamientos a lo  
 largo de una trayectoria que es sustancialmente paralela al perfil de la muela abrasiva 4. Los desplazamientos  
 guiados a lo largo de una trayectoria de este tipo tienen lugar hasta que se consigue la cooperación correcta entre el  
 50 dispositivo en forma de V 20 y la muñequilla de cigüeñal 18.

55 Por lo tanto, incluso en el caso en el que debido a un error no exista un cigüeñal 34 colocado en la posición de  
 verificación sobre la mesa de trabajo 23, y el dispositivo de referencia 20 no encuentre muñequilla de cigüeñal 18  
 alguna sobre la cuál descansar, el dispositivo limitador 70 evita que el dispositivo 20 colisione contra la muela  
 abrasiva 4, causando consecuencias negativas imaginables. Por otra parte, como se ha mencionado antes en este  
 documento, en virtud del desacoplamiento de las superficies del par de superficies de apoyo mecánico 77 y 79 en el  
 momento apropiado en el tiempo, el dispositivo limitador 70 no limita en modo alguno el desplazamiento libre de los  
 60 elementos de acoplamiento 9 y 12 en el transcurso de la fase de verificación, garantizando de ese modo, durante  
 esta fase, la cooperación correcta entre el dispositivo en forma de V 20 (y los componentes del dispositivo de  
 medición, acoplados al mismo) y la muñequilla de cigüeñal 18 que forma órbitas que se va a verificar.

65 En algunos casos, el desplazamiento hacia delante de la varilla 29 puede estar controlado de modo que el  
 movimiento de aproximación del bloque de soporte 19 se detenga temporalmente en correspondencia con una  
 posición próxima a la trayectoria 25, pero ligeramente separada de la posición superior 18' de la muñequilla de  
 cigüeñal 18. La extensión completa de la varilla 29 es entonces controlada por el control numérico de la máquina de  
 rectificadora cuando la muñequilla de cigüeñal 18 va a alcanzar su posición superior 18', de forma que la muñequilla de

cigüeñal 18 se acopla dinámicamente al dispositivo de referencia 20 sustancialmente en tal posición superior 18'. Este modo de proceder permite tener una velocidad mutua baja entre las piezas que entran en acoplamiento entre sí (dispositivo de referencia 20 y la muñequilla de cigüeñal 18), proporcionando de ese modo un impacto muy suave entre ellas.

5 Evidentemente, incluso la fase de desplazamiento del aparato hacia la posición de reposo, controlada activando el cilindro 28 para causar la retracción de la varilla 29, como ha sido descrito antes en este documento, puede incluir dos fases, como el desplazamiento hacia la condición de verificación.

10 Más particularmente, dependiendo de la posición en la cual tiene lugar el desacoplamiento entre el dispositivo en forma de V 20 y la superficie del pasador 18, puede ocurrir que, además de este desacoplamiento y el subsiguiente giro del segundo elemento de acoplamiento 12 en el sentido contrario a las agujas del reloj (con referencia a la vista en las figuras 1-3), el pasador 79 entra en contacto con la superficie extrema 77 del vástago 73 (el otro extremo 76 del último estando ya en apoyo contra el pasador de apoyo 78, figura 3) y tiene lugar una fase de desplazamiento  
15 guiado hacia la posición de descanso, hasta que, continuando el giro alrededor del eje 7 (en el sentido de las agujas del reloj con referencia a las figuras 1-3), la distancia entre las superficies convexas de los pasadores 78 y 79 es mayor que la longitud del vástago 73 y la primera superficie 77 y el pasador 79 se desacoplan, después de ello la superficie 76 y el pasador 78. Como consecuencia del desacoplamiento de las superficies del primer par de superficies de apoyo mecánico (77, 79), el resorte 26 causa la aproximación entre los elementos de giro 9 y 12, que  
20 está limitada por el contacto entre el elemento de tope positivo 33 y la superficie del bloque 24.

En la condición de verificación la cooperación entre la muñequilla de cigüeñal 18 y el dispositivo de referencia 20 se mantiene, como ha sido descrito antes en este documento, debido a los desplazamientos de los componentes  
25 causados por la fuerza de la gravedad. La acción del resorte 21, el alargamiento del cual aumenta con el descenso del bloque de soporte 19, parcialmente y dinámicamente equilibra las fuerzas debido a la inercia de las piezas móviles del aparato de verificación siguiendo los desplazamientos de la muñequilla de cigüeñal 18. De ese modo, es posible, por ejemplo, evitar sobre tensiones fuertes entre el dispositivo de referencia 20 y la muñequilla de cigüeñal 18, en correspondencia con la posición inferior 18", que puede tender a causar deformaciones en la forma de V del dispositivo de referencia 20. Por otra parte, puesto que durante el movimiento de elevación del aparato (debido al  
30 giro de la muñequilla de cigüeñal hacia la posición superior 18'), la acción de la tracción del resorte 21 disminuye, las fuerzas de inercia que tienden, en correspondencia con la posición superior 18', a liberar el acoplamiento entre el dispositivo de referencia en forma de V 20 y la muñequilla de cigüeñal 18, pueden ser adecuadamente equilibradas. Hay que observar que el resorte 21 no causa presión alguna entre el dispositivo de referencia 20 y la muñequilla de cigüeñal 18, que cooperan mutuamente, como se ha mencionado antes en este documento, sólo debido a la fuerza  
35 de la gravedad.

Los elementos de acoplamiento 9 y 12 son básicamente brazos lineales con ejes geométricos que descansan en planos transversales con respecto al eje de giro 8 del cigüeñal y al eje de giro 3 de la muela abrasiva 4. Sin embargo, como se representa en la figura 5, en donde también se representa parcialmente un cigüeñal 34, a fin de  
40 evitar cualquier interferencia con elementos y dispositivos de la máquina de rectificar, el elemento de acoplamiento 12 comprende partes 36 y 37 que se extienden en una dirección longitudinal y partes desplazadas en diferentes planos transversales.

Las figuras 6 y 7 representan algunos detalles del dispositivo de medición del aparato. En la figura 6 se representa una muñequilla de cigüeñal 18 que presenta en la zona central, como es normal, un taladro de lubricación 38. Para el propósito de asegurar la posición recíproca más adecuada entre el dispositivo de referencia en forma de V 20 y la superficie de la muñequilla de cigüeñal 18, la cubierta tubular de guía 15 está colocada simétricamente con respecto a la sección transversal intermedia de la muñequilla de cigüeñal 18. Con el propósito de evitar cualquier interferencia con el taladro de lubricación 38, el palpador 17 está desplazado con respecto a la sección transversal intermedia del  
50 pasador 18, por medio de una parte transversal 40 de la varilla de transmisión 16.

Los desplazamientos axiales de la varilla de transmisión 16 con respecto a una posición de referencia son detectados por medio de un transductor de medición, fijado a la cubierta tubular 15, por ejemplo un transductor 41 del tipo LVDT o HBT (conocido y no ilustrado en las figuras), con los devanados fijos y un núcleo ferromagnético 43  
55 acoplado a un elemento móvil, o varilla 42, móvil con la varilla de transmisión 16. Como se representa en la figura 7, también, el desplazamiento axial de la varilla de transmisión 16 está guiado por dos casquillos 44 y 45, colocados entre la cubierta 15 y la varilla 16. Un fuelle de metal 46, que es rígido con respecto a las fuerzas de torsión y tiene sus extremos fijados a la varilla 16 y a la cubierta 15, respectivamente, cumple la función dual de evitar que la varilla 16 gire con respecto a la cubierta 15 (evitando de ese modo que el palpador 17 adopte posiciones impropias) y cerrando herméticamente el extremo inferior de la cubierta 15.  
60

El bloque de soporte 19 está fijado a la cubierta de guía 15 por medio de pares de tornillos 50 que pasan a través de ranuras 51 y sostiene el dispositivo de referencia 20, que consiste en dos elementos 52, 53 con superficies que forman pendiente, a las cuales están fijadas dos barras 54, 55. La posición de reposo del palpador 17 se puede  
65 ajustar por medio de tornillos 50 y ranuras 51.

Es posible equipar uno de los aparatos de verificación anteriormente descritos con palpadores adicionales, varillas de transmisión asociadas y transductores de medición para detectar diámetros adicionales y otras dimensiones o características geométricas o de forma de la muñequilla de cigüeñal que está siendo mecanizada.

5 El dispositivo de referencia en forma de V 20 puede ser sustituido con dispositivos de referencia de un tipo diferente.

Es evidente que en una máquina de rectificar de múltiples muelas que mecanizan simultáneamente una pluralidad de muñequillas de cigüeñal pueden ser contempladas tanto como muchos aparatos de verificación. Además se pueden contemplar otras variantes de fabricación en los aparatos de verificación según la invención, por ejemplo en  
 10 tanto en cuanto concierne a la estructura del dispositivo limitador, que puede incluir, por ejemplo, un elemento alargado articulado a un elemento de soporte 5 (o al segundo elemento de acoplamiento 12), forzado a realizar giros limitados con respecto al primer elemento de acoplamiento 9 y provisto de un extremo libre para conseguir una superficie de apoyo mecánico con un elemento adecuado integral con el segundo elemento de acoplamiento 12 (o al elemento de soporte 5) para causar el cambio desde la primera a la segunda fase en el desplazamiento del aparato, como ha sido descrito antes en este documento, y guiar el desplazamiento del dispositivo de referencia en dicha  
 15 segunda fase.

Otras posibles formas de realización de los medios de guía en un aparato de verificación según la invención incluyen dispositivos limitadores con por lo menos dos elementos de apoyo de referencia mecánica que, en el transcurso del  
 20 desplazamiento del aparato desde la posición de reposo a la posición de verificación, cooperan juntos para limitar y guiar el desplazamiento del dispositivo de referencia (20), pero no interfieren con los desplazamientos de los elementos de acoplamiento (9 y 12) en el transcurso de la fase de verificación de la muñequilla de cigüeñal.

Otras variantes posibles pueden implicar la estructura y la colocación del dispositivo de control o de la espiral de volante 21. Como un ejemplo, un resorte 21 puede ser sustituido por un resorte de compresión o de tracción  
 25 adecuadamente colocado entre las piezas que giran mutuamente del aparato, o puede ser extraído. En el último caso, las características del resorte de compresión 67 (en el dispositivo limitador 70) se pueden seleccionar adecuadamente a fin de realizar la acción de equilibrado. De hecho, en la condición de verificación, mientras la superficie de apoyo 77 y el pasador 79 están desacoplados, la superficie 76 se mantiene en apoyo contra el pasador  
 30 78 mediante el resorte 67. Como consecuencia, durante la operación de verificación, el resorte 67 aplica un empuje entre el elemento de soporte 5 (a través del pasador 78 y el vástago 73) y el primer elemento de acoplamiento 9 (a través del elemento tubular 71). El empuje aplicado por el resorte de compresión 67 se opone a la acción de las fuerzas de la gravedad y varía durante los movimientos del dispositivo de referencia 20, equilibrando dinámicamente parte de las fuerzas debido a la inercia de las partes móviles del aparato, como ha sido explicado antes en este  
 35 documento con referencia al resorte 21.

Además, se puede contemplar un elemento de guía adicional acoplado al dispositivo de referencia 20, conseguido, por ejemplo, como se expone en la solicitud de patente internacional WO-A-9712724.

40 Un aparato según la invención, aunque particularmente adecuado para la verificación de muñequillas de cigüeñal en movimiento orbital, evidentemente puede ser utilizado generalmente para verificar una pieza cilíndrica que gire alrededor de su eje, o alrededor de un eje paralelo a su eje.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Aparato para verificar el diámetro de una muñequilla de cigüeñal (18), que gira de forma orbital alrededor de un eje geométrico, en el transcurso del mecanizado en una máquina de rectificar de control numérico que incluye un carro de la muela abrasiva (1), con
- un dispositivo de referencia en forma de V (20) para cooperar con la muñequilla de cigüeñal (18) que se va a verificar,
  - 10 • un dispositivo de medición (41) móvil con el dispositivo de referencia en forma de V (20),
  - un dispositivo de soporte para sostener el dispositivo de referencia en forma de V (20) y el dispositivo de medición (41), el dispositivo de soporte estando provisto de
    - 15 • un elemento de soporte (5) adaptado para ser fijado al carro de la muela abrasiva (1),
    - un primer elemento de acoplamiento (9) acoplado al elemento de soporte (5) de modo que gira alrededor de un primer eje de giro (7), y
    - un segundo elemento de acoplamiento (12) que transporta el dispositivo de referencia en forma de V (20) 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 primer eje de giro (7),
  - 20 • un mecanismo de guiado asociado con el dispositivo de referencia en forma de V (20) para el guiado de la colocación del último sobre la muñequilla de cigüeñal (18) hacia una condición de verificación del aparato y
  - 25 • un dispositivo de control (28, 30) para controlar los desplazamientos automáticos del aparato desde una posición de reposo a una condición de verificación, en el transcurso de tales desplazamientos el dispositivo de referencia en forma de V (20) realizando movimientos de cierre con respecto al elemento de soporte (5),
- 30 caracterizado porque el mecanismo de guiado incluye un dispositivo limitador (70) con un elemento rígido alargado (73) acoplado de forma giratoria al elemento de soporte (5), y un primer elemento de apoyo de referencia (78) y un segundo elemento de apoyo de referencia (79) rígidamente conectados al elemento de soporte (5) y al segundo elemento de acoplamiento (12), el elemento rígido alargado (73) definiendo una primera superficie de apoyo mecánico (76) y una segunda superficie de apoyo mecánico (77) adaptadas para acoplarse de forma deslizante con dicho primer elemento de apoyo de referencia (78) y dicho segundo elemento de apoyo de referencia (73),
- 35 respectivamente, para limitar los movimientos de cierre del dispositivo de referencia (20) y el desplazamiento de guiado del dispositivo de referencia en forma de V (20) hacia la muñequilla de cigüeñal (18) que se va a verificar durante dichos desplazamientos automáticos hacia la condición de verificación, dicha segunda superficie de apoyo mecánico (77) estando adaptada para desacoplarse de dicho segundo elemento de apoyo de referencia (79) en el momento del contacto entre el dispositivo de referencia en forma de V (20) y la muñequilla de cigüeñal (18) que se va a verificar.
- 40
- 45 2. Aparato según la reivindicación 1 en el que dicho elemento rígido alargado (73) define en sus extremos dicha primera superficie de apoyo mecánico (76) y dicha segunda superficie de apoyo mecánico (77).
3. Aparato según la reivindicación 1 o la reivindicación 2 en el que los elementos de acoplamiento primero (9) y segundo (12), el elemento de soporte (5) y el elemento rígido alargado (73) definen una estructura sustancialmente en forma de paralelogramo.
- 50 4. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 en el que el dispositivo de control (28, 30) controla un desplazamiento guiado del dispositivo de referencia en forma de V de vuelta a la posición de reposo del aparato, la segunda superficie de apoyo mecánico (77) estando adaptada para entrar en contacto con el segundo elemento de apoyo de referencia (79) durante dicho desplazamiento del dispositivo de referencia en forma de V de vuelta a la posición de reposo del aparato.



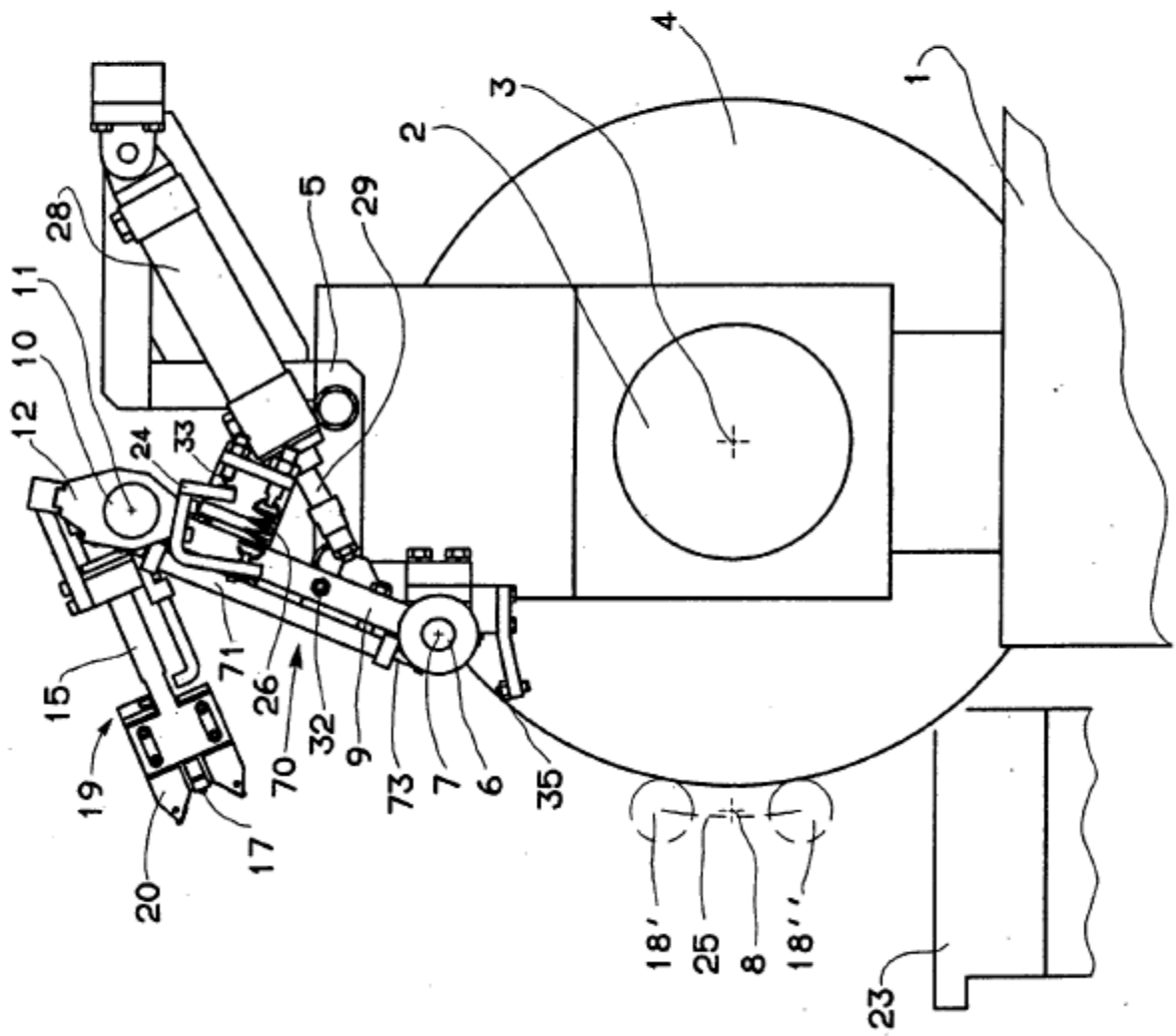


FIG. 1

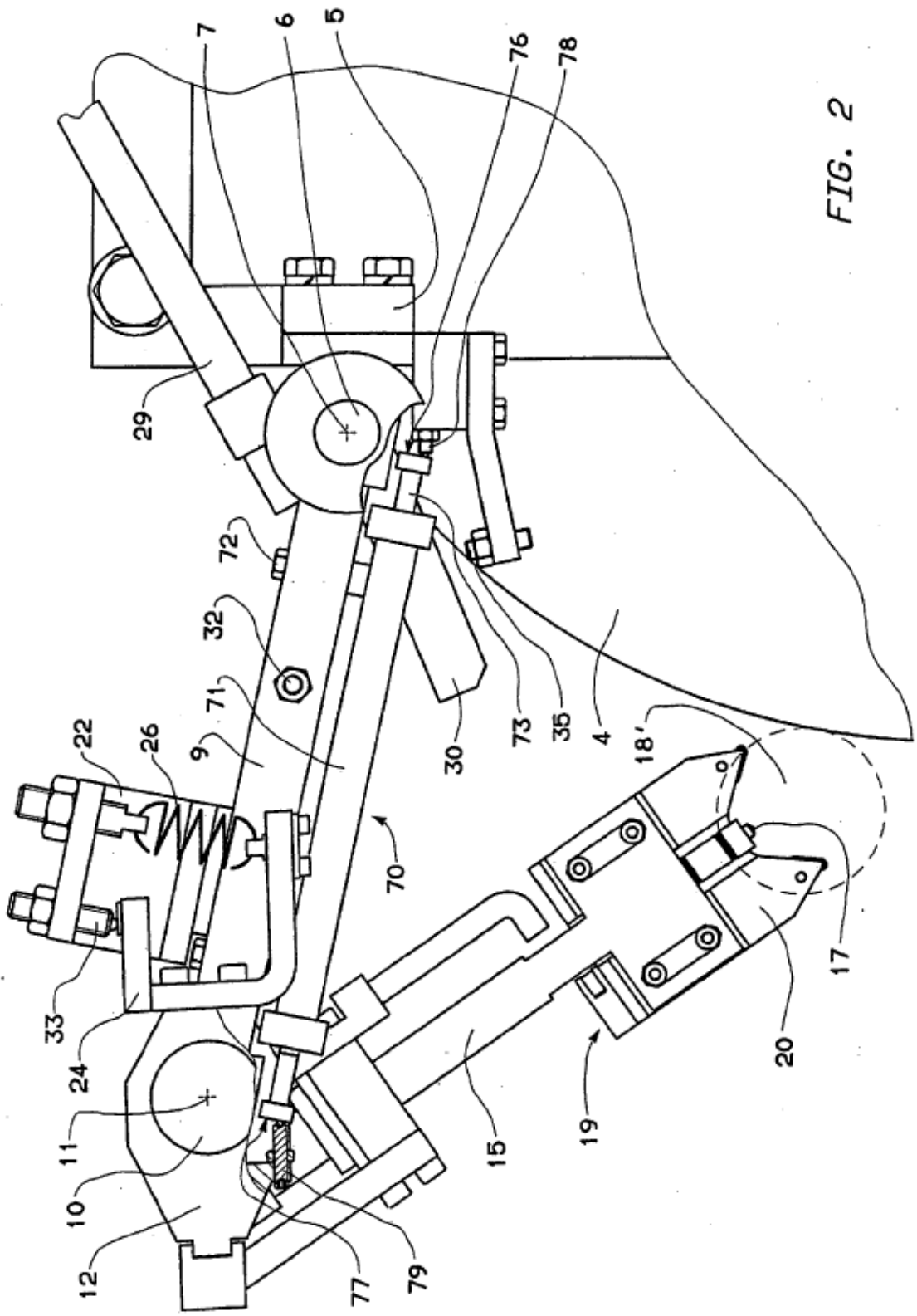


FIG. 2

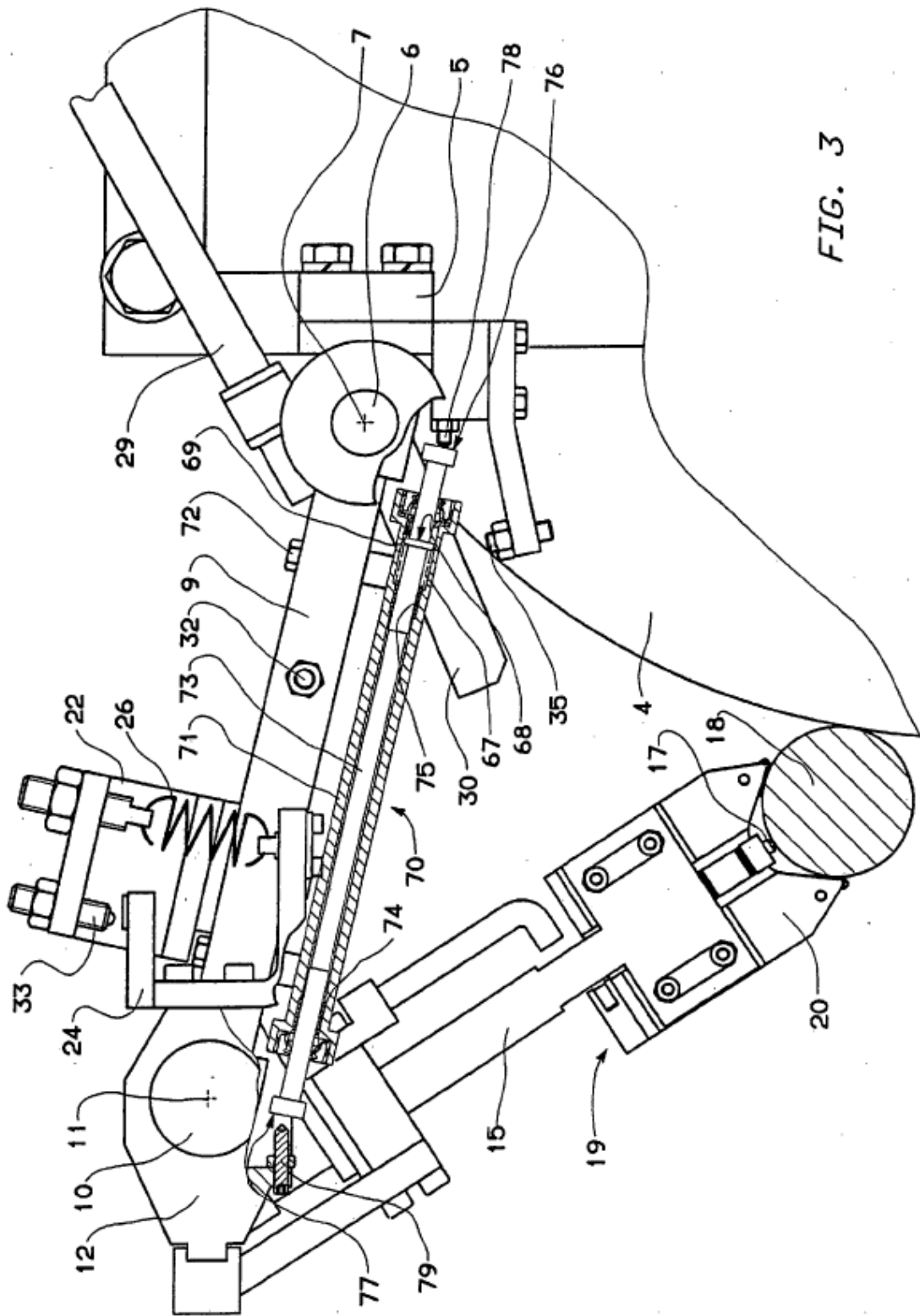


FIG. 3

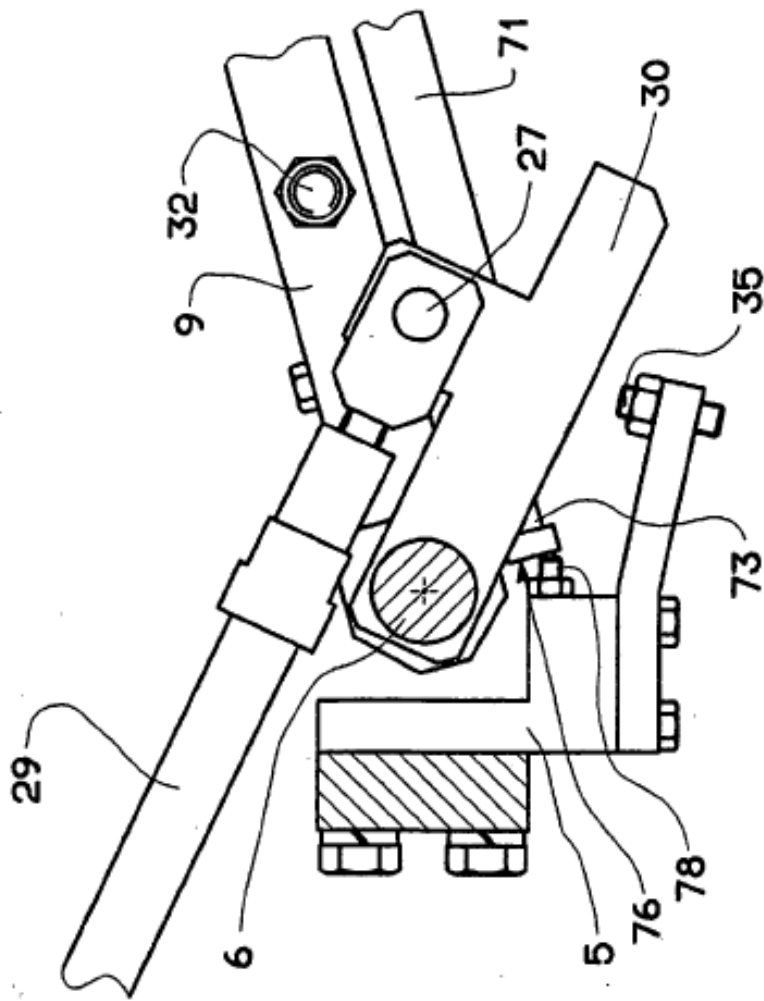
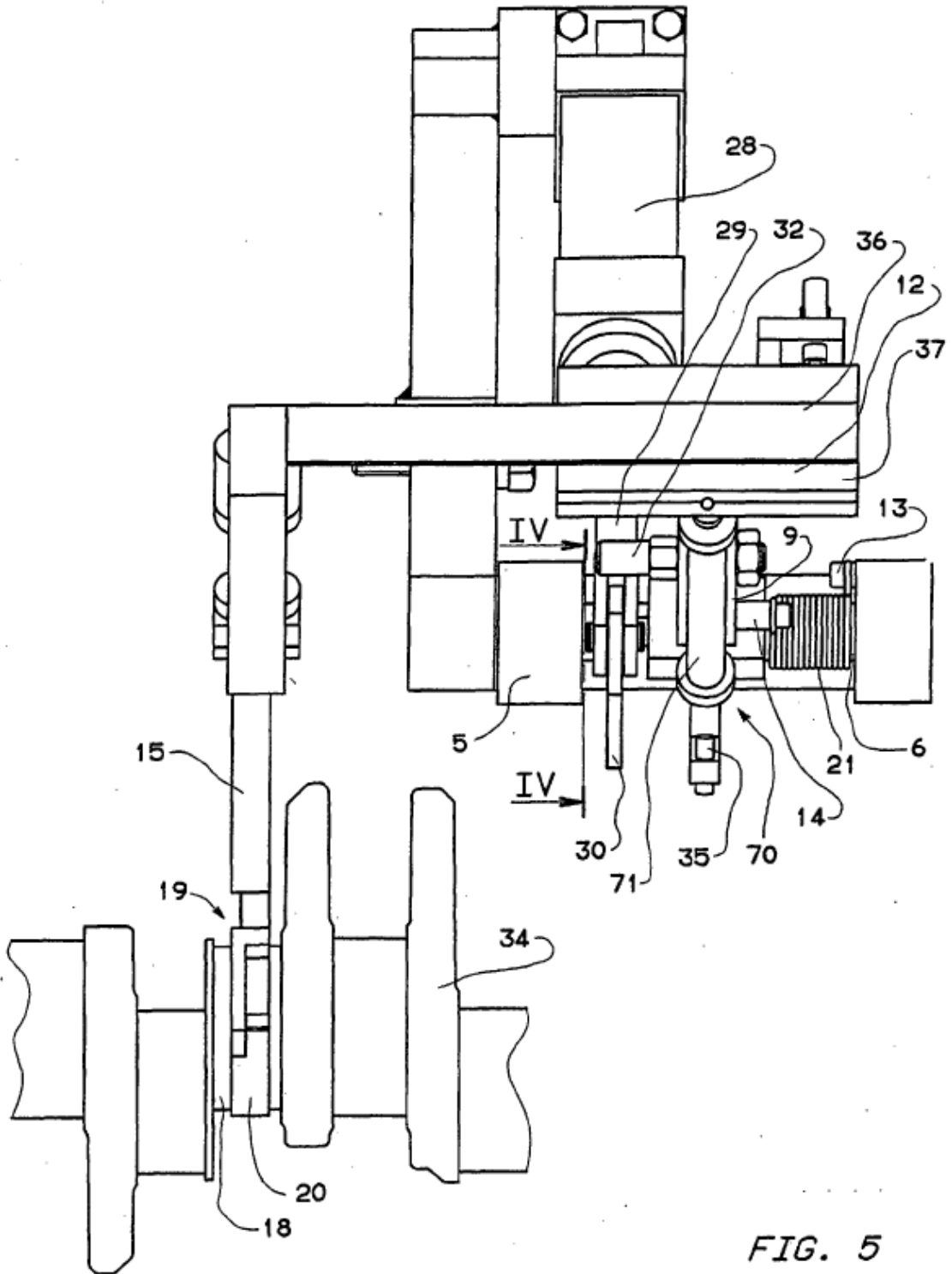


FIG. 4



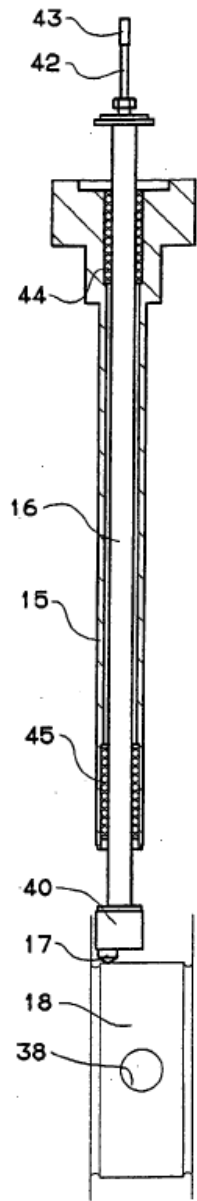


FIG. 6

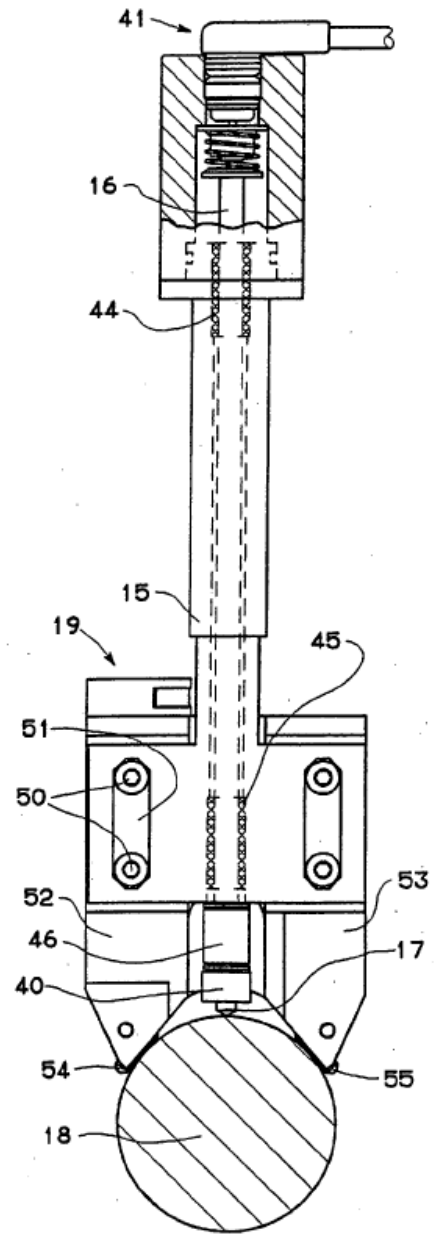


FIG. 7