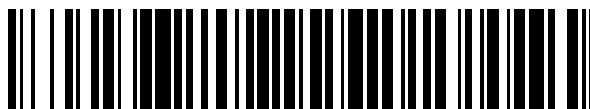


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 623 169**

51 Int. Cl.:

B23Q 1/76 (2006.01)

B23C 3/06 (2006.01)

B23B 5/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.01.2013 PCT/ES2013/070021**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.07.2014 WO14111604**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.01.2013 E 13720978 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2016 EP 2946872**

54 Título: **Máquina y método para el mecanizado de ejes grandes con piezas excéntricas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
10.07.2017

73 Titular/es:

BOSTEK INNOVATION S.L.U. (100.0%)
Carretera Billabona Asteasu, Km. 2,5
20159 Asteasu (Gipuzkoa), ES

72 Inventor/es:

AGUIRREZABALA, JOSEBA y
MANGAS, ANTONIO

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 623 169 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

Máquina y método para el mecanizado de ejes grandes con piezas excéntricas

5 Campo técnico

La invención se engloba en el campo de la fabricación de ejes con partes excéntricas, tales como cigüeñales y árboles de levas y especialmente en cigüeñales monobloque y zunchados de grandes dimensiones, y es especialmente útil en el mecanizado de aquellos ejes grandes con partes excéntricas que, cuando están apoyados por sus extremos en apoyos correspondientes, se deforman por su propio peso, y más particularmente para ejes grandes con partes excéntricas en los que la deformación supera 0,01 mm en su parte central.

Antecedentes de la invención

En el mecanizado de ejes de grandes dimensiones con partes excéntricas se presenta el problema de que, cuando están apoyados por sus extremos en los apoyos correspondientes, tales ejes sufren deformaciones causadas por su propio peso. Por ejemplo, cuando la deformación supera 0,01 mm en la parte central del eje, se considera que es un eje de grandes dimensiones.

Los ejes grandes con partes excéntricas, tales como los cigüeñales monobloque y zunchados de grandes dimensiones, por ejemplo, de 4 metros de longitud o más (por ejemplo, de 10 o de 12 metros), del tipo de los que se usan en, por ejemplo, las máquinas propulsoras de buques, se pueden obtener por forjado seguido por mecanizado. Los cigüeñales zunchados de este tipo se pueden obtener por forjado seguido por mecanizado y zunchado, en algunos casos se finaliza el proceso con un mecanizado final. Cuando los cigüeñales o partes del eje zunchado salen de la forja suelen tener mucho más material que el que presenta el producto final, y este exceso de material se elimina por mecanizado. La cantidad de material que se elimina puede, dependiendo del proceso y las máquinas disponibles, superar en un 50 % el material que tiene el objeto que sale de la forja. Es decir, se realiza un mecanizado sustancial del objeto que sale de la forja. Durante este mecanizado, los cigüeñales suelen tener sus apoyos extremos apoyados en unos soportes, al menos uno de los cuales puede disponer de medios para girar el cigüeñal alrededor de su eje longitudinal.

Un problema que presenta el mecanizado de ejes grandes con parte excéntricas y, particularmente, de cigüeñales de grandes dimensiones es que pesan mucho. Así, por ejemplo, un cigüeñal de 10 metros de longitud puede normalmente pesar entre 22 o 24 toneladas. Esto hace que los cigüeñales se deformen por su propio peso cuando están apoyados por sus apoyos extremos. Por ello, durante el mecanizado, los cigüeñales suelen estar apoyados en lunetas o soportes fijos dispuestos en posiciones intermedias.

El documento EP-2281649-A1 describe un ejemplo de una máquina y método para el mecanizado de grandes cigüeñales, con dos soportes extremos y un soporte intermedio, en este caso, un soporte con un orificio por el que pasa el cigüeñal. En otros casos, el soporte central puede tener una configuración en C con una pluralidad de dedos empujadores (normalmente 4), accionables hidráulicamente y que se rematan en su extremo en ruedas que contactan sobre un apoyo intermedio de un cabezal. Con frecuencia se usa más de un soporte intermedio.

Aunque los soportes intermedios pueden ser convenientes e incluso necesarios para evitar que el cigüeñal se doble o flexione en sentido vertical por su propio peso, también implican un problema: dado que estos soportes o lunetas intermedias fuerzan la posición del cigüeñal, es decir, mantienen el cigüeñal agarrado a través de sus apoyos en una posición fija definida por los dedos empujadores u otros elementos de fijación, por lo que puede ocurrir que, cuando los soportes intermedios sueltan el cigüeñal, este recupere su posición natural. Es decir, si el eje de giro longitudinal del cigüeñal está desfasado en uno o más apoyos del eje, cuando las lunetas o soportes intermedios sueltan el cigüeñal, el cigüeñal vuelve a su posición desfasada. El término "desfasado" implica que los centros de los apoyos del cigüeñal no coinciden, es decir que el eje longitudinal del cigüeñal no pasa por los centros de todos los apoyos del cigüeñal. Cuando esto ocurre, hay que enderezar el cigüeñal. Una técnica de enderezar admisible por un método no prohibido (forjado, prensado, golpeado, etc.) comprende mecanizarlo de forma que los centros de los apoyos queden alineados en el sentido longitudinal del cigüeñal.

Es conocido usar una mesa de verificación para comprobar si existe un descentrado de los ejes de los apoyos de los cigüeñales. Para hacer la comprobación, el cigüeñal se saca de la máquina de mecanizado y se lleva a la mesa de verificación. Esta mesa comprende una superficie muy lisa en la cual el cigüeñal se coloca con sus apoyos extremos apoyados en sendos soportes fijos. El resto de los apoyos del cigüeñal se apoyan sobre soportes o lunetas móviles que soportan el peso del cigüeñal (de manera que no se deforme o doble en sentido vertical) pero que pueden moverse en sentido lateral o transversal al eje longitudinal del cigüeñal, es decir, de forma perpendicular al eje del cigüeñal. A continuación se gira el cigüeñal manualmente o de forma automática de tal manera que las desviaciones de los centros de los apoyos provoquen un desplazamiento transversal de las correspondientes lunetas móviles. En cada luneta móvil se mide el desplazamiento transversal mediante un detector (a veces llamado "reloj de medida") y así se determina el descentrado de cada apoyo.

Un inconveniente de este método es que hay que sacar el cigüeñal de la máquina, colocarlo en la mesa de verificación y luego volver a llevarlo a la máquina para continuar el mecanizado de forma que se elimine el descentrado. Otro inconveniente es que puede ocurrir que el descentrado sea tal que ya no sea posible mecanizar el cigüeñal de forma que quede centrado el apoyo en cuestión. Para poder corregir el descentrado tiene que quedar suficiente material para que, al eliminarlo mediante mecanizado, el nuevo centro del apoyo quede alineado con el resto de centros, a la vez que el apoyo presente unas dimensiones adecuadas para el uso que se va a dar al cigüeñal. Si no es posible corregir el descentrado, las pérdidas pueden ser enormes, teniendo en cuenta el coste de este tipo de cigüeñales, en términos de material y mano de obra.

10 Descripción de la invención

Un primer aspecto de la invención se refiere a una máquina para el mecanizado de ejes grandes con partes excéntricas. En este contexto, el término "eje con partes excéntricas" identifica elementos tales como cigüeñales monobloque, cigüeñales zunchados, árboles de levas, mientras que el "término "grande" significa que sus dimensiones y, particularmente, su longitud implica que se deforman por su propio peso cuando están apoyados en sus apoyos extremos, y especialmente cuando la deformación en algún punto entre estos apoyos extremos supera 0,001 mm, lo que implica que los cigüeñales tienen una longitud considerable, como de cuatro metros o más, por ejemplo, más de ocho, diez o doce metros; en muchas realizaciones de la invención los ejes grandes con partes excéntricas, tales como los cigüeñales, pueden pesar varias toneladas, por ejemplo, más de cinco, diez o veinte toneladas.

La máquina conforme a la invención es especialmente útil para el mecanizado de cigüeñales, si bien puede emplearse también para mecanizar otros ejes grandes con partes excéntricas tales como, por ejemplo, árboles de levas.

La máquina comprende un primer soporte y un segundo soporte, estando dicho primer soporte configurado para sostener o sujetar un primer apoyo del eje grande con partes excéntricas, y estando dicho segundo soporte configurado para sostener o sujetar un segundo apoyo del eje grande con partes excéntricas. En muchas realizaciones de la invención, el primer apoyo y el segundo apoyo son los apoyos extremos del eje grande con partes excéntricas, y uno de estos soportes o ambos pueden disponer de medios para hacer girar el eje grande con partes excéntricas.

Además, la máquina comprende al menos un tercer soporte, es decir, un tercer soporte o varios terceros soportes. Es decir, la referencia a un primer, segundo y tercer soporte no excluye la posibilidad de que haya otros soportes, por ejemplo, una pluralidad de terceros soportes que presentan las características de dicho tercer soporte que se mencionarán a continuación; es decir, el término "tercer" no significa que solo haya tres soportes, sino simplemente que se trata de uno o más soportes en adición al primer soporte y al segundo soporte. El tercer soporte está configurado para sostener un tercer apoyo del eje grande con partes excéntricas, es decir, un apoyo que no sea dicho primer apoyo o dicho segundo apoyo. Puede haber varios terceros soportes asociados a respectivos terceros apoyos; en muchas realizaciones de la invención, el tercer apoyo o los terceros apoyos son apoyos intermedios del eje grande con partes excéntricas, situados entre los apoyos extremos del eje grande con partes excéntricas.

El tercer soporte tiene un elemento de soporte configurado para que dicho tercer apoyo quede apoyado en dicho elemento de soporte cuando el eje grande con partes excéntricas está colocado en la máquina.

De acuerdo con la invención, dicho elemento de soporte está configurado de forma lateralmente desplazable, para desplazarse lateralmente con el tercer apoyo cuando el tercer apoyo se desplaza lateralmente, es decir, transversalmente con respecto al eje longitudinal del eje grande con partes excéntricas, preferentemente en el plano horizontal, durante el giro del eje grande con partes excéntricas alrededor de su eje longitudinal, algo que ocurre si el eje grande con partes excéntricas está desfasado, es decir, si el tercer apoyo está descentrado con respecto al eje longitudinal del eje grande con partes excéntricas, por ejemplo, el que pasa por el primer apoyo y el segundo apoyo. De esta manera, el desplazamiento del elemento de soporte es indicativo del grado de descentrado del tercer apoyo del eje grande con partes excéntricas con respecto al eje longitudinal que pasa por el primer apoyo y por el segundo apoyo del eje grande con partes excéntricas.

El término "eje longitudinal" del eje grande con partes excéntricas define la línea de unión de los dos centros de los apoyos del primer soporte y del segundo soporte.

De esta manera, el tercer soporte no "fuerza" la posición del tercer apoyo del eje grande con partes excéntricas, sino que permite que se desplace en sentido lateral durante el giro del eje grande con partes excéntricas alrededor del eje longitudinal que pasa por el primer soporte y el segundo soporte. Esto significa que el mecanizado del apoyo (o de los apoyos adyacentes, que tienen un desfase o descentrado parecido) puede realizarse teniendo en cuenta la configuración real del eje grande con partes excéntricas, es decir, teniendo en cuenta el desfase en el momento de eliminar material. Por lo tanto, con la herramienta de mecanizado en la posición adecuada, se puede eliminar más material en unas zonas de la circunferencia del apoyo y menos en otras, hasta llegar a un apoyo cilíndrico adecuadamente alineado con el eje longitudinal del eje grande con partes excéntricas, a saber, el eje que pasa por

el primer apoyo y por el segundo apoyo, de forma centrada con respecto a dichos apoyos.

De esta manera, y a diferencia de lo que ocurre en el estado de la técnica arriba indicado (en el que se fuerza la posición de los apoyos intermedios, realizando un mecanizado uniforme en todos los apoyos pero produciéndose un descentrado por desfase una vez que se suelten los apoyos), con la presente invención es fácil producir apoyos circulares con sus centros alineados, de manera que el mecanizado puede ser diferente en los diferentes apoyos, es decir, se puede eliminar más material en unas zonas que en otras, modificándose el centro de los apoyos hasta que todos queden alineados.

Una manera de conseguirlo puede ser mecanizando el propio tercer apoyo mientras está apoyado en el tercer soporte; si se hace así, se sabe que el tercer apoyo está adecuadamente centrado cuando el elemento de soporte deja de desplazarse lateralmente durante el giro del eje grande con partes excéntricas alrededor de su eje. Ahora bien, puede ser más práctico mecanizar un apoyo o los apoyos adyacentes al tercer apoyo. Por ejemplo, se puede alternar apoyos soportados en terceros soportes y apoyos no soportados, y mecanizar los apoyos no soportados, para luego cambiar la posición de los terceros soportes para soportar los apoyos que han sido mecanizados, para luego proceder a mecanizar los apoyos restantes.

Sea cual sea la opción elegida, debido a la libertad de movimiento lateral de los apoyos soportados en los terceros soportes durante el giro y mecanizado del eje grande con partes excéntricas, el mecanizado produce lo que se podría llamar un autocentrado o enderezado del eje grande con partes excéntricas, con respecto al eje longitudinal real del eje grande con partes excéntricas.

Lógicamente, la máquina también puede comprender herramientas de mecanizado y de medición manual y automática, tal y como es en sí convencional.

En algunas realizaciones de la invención, el elemento de soporte tiene una parte superior que presenta al menos dos rodamientos o parejas de rodamientos configurados para sostener el tercer apoyo del eje grande con partes excéntricas desde abajo; dichos dos rodamientos o parejas de rodamientos pueden estar situados uno a cada lado de un plano vertical que pasa por el eje longitudinal del tercer apoyo del eje grande con partes excéntricas. Estos rodamientos facilitan el giro del eje grande con partes excéntricas con respecto al elemento de soporte.

En algunas realizaciones de la invención, dicha parte superior del elemento de soporte puede presentar una pluralidad de alojamientos configurados para recibir dichos rodamientos, por ejemplo, dos, cuatro o más alojamientos. Dichos alojamientos pueden estar dispuestos para permitir la colocación de rodamientos a diferentes distancias entre ellos, de forma que se pueda adaptar el elemento de soporte a diferentes diámetros del tercer apoyo del eje grande con partes excéntricas. Por ejemplo, puede haber cuatro alojamientos en cada elemento de soporte, y dos rodamientos o parejas de rodamientos, de manera que la selección de los alojamientos en los que se colocan los rodamientos o parejas de rodamientos puede hacerse en función del diámetro del apoyo del eje grande con partes excéntricas que el elemento de soporte debe soportar.

En algunas realizaciones de la invención, el elemento de soporte puede estar dispuesto sobre unos medios de rodamiento, por ejemplo, bolas, bolitas, ruedas o rodamientos, dispuestos en el tercer soporte. De esta manera, el elemento de soporte puede deslizarse fácilmente con respecto a la estructura general del tercer soporte. Esta configuración permite que la invención se implemente de forma sencilla en máquinas que ya existen, por ejemplo, colocando el elemento de soporte o los elementos de soporte en la luneta o lunetas en C que ya existen en el mercado, es decir, sobre las ruedas de los dedos empujadores que se han descrito más arriba. Es decir, el elemento de soporte puede configurarse como un simple patín que se coloca sobre los dedos empujadores inferiores de dichas lunetas.

Según una realización particular de la invención, el elemento de soporte comprende una guía lineal principal transversal montada en una base superior de un dedo hidráulico vertical, un soporte móvil transversal con al menos un patín principal transversal inferior y desplazable sobre la guía lineal principal; al menos dos cuerpos porta-rodamientos transversalmente opuestos y desplazables sobre al menos una guía lineal secundaria superior dispuesta en el soporte móvil, así como medios de desplazamiento lateral para desplazar los cuerpos porta-rodamientos en la guía lineal secundaria entre una pluralidad de posiciones enfrentadas y medios de bloqueo para mantener los cuerpos porta-rodamientos bloqueados en posiciones en las que los rodamientos sostienen el tercer apoyo del eje grande con partes excéntricas.

En una realización, el elemento de soporte comprende dos patines principales dispuestos en sendas partes laterales del soporte móvil. La máquina puede comprender asimismo una pareja de guías lineales secundarias (306) paralelas entre sí.

Los medios de desplazamiento lateral pueden comprender un husillo transversal que conecta los cuerpos porta-rodamientos. El husillo transversal rosca en orificios roscados respectivos comprendidos en los cuerpos porta-rodamientos, de tal manera que el giro del husillo en un sentido y otro provoca que los cuerpos porta-rodamientos se acerquen uno a otro o se alejen uno de otro.

Los medios de bloqueo pueden comprender al menos una pareja de tornillos de tope que roscan en orificios pasantes de alas laterales opuestas superiormente emergentes del soporte móvil en alineación coaxial con el husillo.

En algunas realizaciones de la invención, la máquina puede comprender una pluralidad de dichos terceros soportes, con los correspondientes elementos de soporte. De esta manera, se puede mantener el eje grande con partes excéntricas apoyado en varios de sus apoyos, por ejemplo, en varios de sus apoyos intermedios, intercalando apoyos apoyados con apoyos no apoyados. Se puede, por ejemplo, mecanizar primero los apoyos no apoyados, y luego cambiar la posición de los terceros soportes para apoyar los apoyos mecanizados y mecanizar el resto de los apoyos.

En algunas realizaciones de la invención, la máquina comprende un detector de desplazamiento asociado al elemento de soporte. De esta manera, usando un detector de desplazamiento, se puede medir el desplazamiento del elemento de soporte al girar el eje grande con partes excéntricas, y así determinar si el apoyo sostenido por el elemento de soporte está adecuadamente centrado, o no.

En algunas realizaciones de la invención, dichos primer soporte y segundo soporte son soportes para los apoyos extremos del eje grande con partes excéntricas, y el tercer soporte es un soporte para un apoyo intermedio del eje grande con partes excéntricas.

Otro aspecto de la invención se refiere a un método para el mecanizado de ejes grandes con partes excéntricas (teniendo el término "grande" el significado anteriormente definido), que comprende las etapas de:

colocar el eje grande con partes excéntricas a mecanizar con un primer apoyo (por ejemplo, un apoyo extremo) soportado en un primer soporte y con un segundo apoyo (por ejemplo, otro apoyo extremo) soportado en un segundo soporte;
girar el eje grande con partes excéntricas alrededor de un eje longitudinal del eje grande con partes excéntricas y mecanizar una pluralidad de apoyos del eje grande con partes excéntricas y, opcionalmente, también otras partes del eje grande con partes excéntricas como, por ejemplo, los contrapesos de un cigüeñal.

De acuerdo con la invención, el método adicionalmente comprende apoyar al menos un tercer apoyo del eje grande con partes excéntricas (por ejemplo, uno o varios apoyos intermedios del cigüeñal) en un correspondiente elemento de soporte desplazable en sentido lateral, de manera que dicho elemento de soporte se desplace lateralmente o transversalmente, siguiendo un movimiento del tercer apoyo correspondiente en el plano horizontal durante el giro del eje grande con partes excéntricas durante el mecanizado. De esta forma, se evita un bloqueo del eje grande con partes excéntricas en el plano horizontal, con lo que el mecanizado de los apoyos puede realizarse con respecto al eje longitudinal real del eje grande con partes excéntricas y no sobre un eje "falso" del apoyo debido a un bloqueo, como ocurre muchas veces en el estado de la técnica. Se pueden mecanizar los apoyos que están apoyados en los elementos de soporte, y/o se pueden mecanizar apoyos distintos a los que están apoyados en los elementos de soporte, por ejemplo, apoyos adyacentes a los que están apoyados en uno o más elementos de soporte. Puede haber uno o más terceros apoyos, y los elementos de soporte se pueden cambiar de posición para sucesivamente sostener diferentes apoyos del eje grande con partes excéntricas, por ejemplo, diferentes apoyos intermedios del cigüeñal.

En algunas realizaciones de la invención, el método adicionalmente comprende la etapa de medir el desplazamiento del elemento de soporte.

En algunas realizaciones de la invención, el método comprende la etapa de mecanizar un apoyo cuando está apoyado en dicho elemento de soporte. Esta opción puede ser ventajosa por que permite controlar el centrado del apoyo durante el mecanizado, sobre la base de medir el desplazamiento del elemento de soporte.

En algunas realizaciones de la invención, el método comprende la etapa de mecanizar un apoyo que no está apoyado en dicho elemento de soporte. El mecanizado se puede hacer teniendo en cuenta el eje que pasa por los apoyos extremos del eje grande con partes excéntricas; dado que los apoyos intermedios no están bloqueados, el mecanizado consigue centrar cada apoyo con respecto al eje longitudinal real del eje grande con partes excéntricas, y no con respecto a un eje ficticio de unos apoyos bloqueados en el plano horizontal de manera que se evita que se produzca un desfase cuando los apoyos se sueltan.

En algunas realizaciones de la invención, el método comprende la etapa de medir un desplazamiento de dicho elemento de soporte para determinar si un apoyo está correctamente centrado con respecto al eje longitudinal del eje grande con partes excéntricas que definen los dos centros del primer apoyo y del segundo apoyo del primer y segundo soporte respectivamente. Por ejemplo, se puede medir el desplazamiento de una pluralidad de elementos de soporte para determinar si una correspondiente pluralidad de apoyos del eje grande con partes excéntricas están centrados con respecto al eje longitudinal del eje grande con partes excéntricas.

En algunas realizaciones de la invención, el elemento de soporte comprende al menos dos rodamientos para sostener el correspondiente apoyo del eje grande con partes excéntricas, y/o el elemento de soporte está colocado

sobre unos elementos giratorios asociados a un soporte, por ejemplo, un soporte intermedio, de una máquina de mecanizado del eje grande con partes excéntricas, para facilitar el deslizamiento del elemento de soporte en sentido lateral, siguiendo el desplazamiento en sentido lateral del apoyo del eje grande con partes excéntricas durante el giro del eje grande con partes excéntricas.

5

Breve descripción de los dibujos

Para complementar la descripción y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de la descripción, un juego de figuras en el que con carácter no limitativo, se ha representado lo siguiente:

10

la figura 1 es una vista en perspectiva de una máquina según una posible realización de la invención.

La figura 2 es una vista en perspectiva de un tercer soporte según una posible realización de la invención.

15

La figura 3 es una vista esquemática parcial en alzado de dicho tercer soporte, con un detector de desplazamiento montado.

Las figuras 4A-4C son vistas esquemáticas en perspectiva, en sección transversal y en sección longitudinal, respectivamente, de un elemento de soporte de dicho tercer soporte.

La figura 5 es una vista esquemática en perspectiva desde abajo, de un detalle del tercer soporte en esta realización alternativa de la invención.

20

La figura 6 es una vista en alzado frontal de otra realización del elemento de soporte y de su disposición en la máquina.

La figura 7 es una vista en alzado frontal más detallada del elemento de soporte y el dedo hidráulico mostrado en la figura 6.

La figura 8 es una vista en alzado lateral correspondiente a la figura 8.

25

La figura 9 es una vista en alzado frontal parcial del elemento de soporte y el dedo hidráulico mostrado en la figura 6.

La figura 10 es una vista en alzado lateral correspondiente a la figura 9.

Descripción de una realización de la invención

30

La figura 1 ilustra en una máquina de mecanizado de ejes grandes con partes excéntricas según una realización de la invención destinada al mecanizado de un cigüeñal; un primer apoyo extremo del cigüeñal se montará en un cabezal o primer soporte 1, y un segundo apoyo extremo del cigüeñal se montará en un segundo soporte 2, también denominado contrapunto. Por otra parte, hay varios terceros soportes 3 que sostendrán o soportarán respectivos apoyos intermedios del cigüeñal. Por otra parte, se puede observar un cabezal 5 de herramienta de mecanizado, desplazable en sentido vertical y horizontal, tal y como es convencional en este tipo de máquinas. También se observa la cabina 6 de herramientas de fresado. Las figuras 2 y 3 reflejan la constitución de los terceros soportes 3 que incorporan una primera realización de los dedos hidráulicos 39. Estos soportes 3 tienen una forma general en C (con la parte superior giratoria para poder amarrar la pieza en los apoyos 1 y 2), con una pluralidad de dedos hidráulicos 39 que en sus extremos están dotados de ruedas 33. Sobre las ruedas 33 de los dos dedos inferiores está apoyado un elemento de soporte 30 en forma de patín, que se puede deslizar lateralmente, con respecto al eje longitudinal del cigüeñal a mecanizar, sobre dichas ruedas 33. Por otra parte, el elemento de soporte comprende dos rodamientos o parejas de rodamientos 31, sobre los que está apoyado el correspondiente apoyo 103 intermedio del cigüeñal. Un detector de desplazamiento 4, que en algunos casos puede ser la sonda de la máquina, está en contacto con el elemento de soporte para medir el desplazamiento lateral de dicho elemento de soporte y facilitar los correspondientes datos a un subsistema de control 7 de la máquina. En la figura 3 también se ha ilustrado, de forma esquemática, un cabezal de mecanizado 5, que puede actuar sobre el apoyo 103 apoyado, o sobre un apoyo adyacente al apoyado. Las figuras 4A-4C reflejan la configuración del elemento de soporte 30 de acuerdo con una posible realización de la invención. El elemento de soporte 30 comprende un cuerpo 38 con sección sustancialmente rectangular o cuadrada, y que en su cara inferior presenta un raíl guía 38A que es el que se apoya sobre las ruedas 33 de los dedos hidráulicos 39, tal y como se puede ver en la figura 5. A los lados del cuerpo 38 se han atornillado sendas placas o perfiles 37, que sirven para retener mejor el elemento de soporte sobre las ruedas 33; en la figura 5 se han retirado estos perfiles 37. En su cara superior, el cuerpo 38 presenta cuatro alojamientos 32, configurados para recibir los correspondientes rodamientos o parejas de rodamientos 31. El propósito de esta pluralidad de alojamientos es el de permitir que los rodamientos se coloquen a una distancia adecuada entre sí, en función del diámetro del apoyo 103 del cigüeñal que el elemento de soporte 30 debe sostener. En las figuras 4A y 4C los rodamientos 31 están situados en los alojamientos 32 que permiten una máxima separación entre rodamientos.

50

55

60

En la figura 5 se puede observar cómo un apoyo intermedio 103 de un cigüeñal 100 está apoyado sobre los rodamientos 31 del elemento de soporte 30. Al girar el cigüeñal 100 alrededor de su eje longitudinal, si el apoyo 103 está descentrado con respecto a dicho eje longitudinal, se produce una traslación de dicho apoyo 103 en el plano horizontal, una traslación que arrastra consigo el elemento de soporte 30, que se desliza lateralmente con facilidad, ya que está apoyado sobre las ruedas 33 de los dedos hidráulicos 39. De esta manera, el apoyo intermedio 103 no está bloqueado en su posición, y un eventual desfase del mismo se refleja en su movimiento lateral.

65

Las figuras 6 a 10 muestran un elemento de soporte 300 montado en un dedo hidráulico central, verticalmente y

perpendicularmente desplazable respecto del eje longitudinal de la pieza a mecanizar. A diferencia de los dedos hidráulicos 39 laterales que aparecen en las figuras precedentes, el dedo hidráulico central no presenta en su extremidad rodillos como los dedos hidráulicos 39 laterales, sino que está provisto de una sujeción estándar nodular para colocar un útil de enderezado cuando haga falta y quitar tal útil durante el mecanizado de las piezas y cubrirlo con una tapa. Este comprende además un amarre que puede ser, por ejemplo, un amarre en sí convencional de tipo HSK 160.

Este dedo hidráulico central comprende un accionamiento (manual o automático) "muy sensible", es decir, el paso del husillo ha de ser muy pequeño para poder ajustar su altura lo mejor posible (estamos hablando de centésimas de mm) y con mucha exactitud. Hay que tener en cuenta que el dedo hidráulico central ha de ser capaz de sustentar el mismo peso que los dedos hidráulicos laterales 39 juntos, es por ello que tendrá que ser más rígido y fuerte para no deformarse con los esfuerzos a los que queda sometido. Además, comprende un freno o bloqueo, como por ejemplo un freno o bloqueo mecánico, hidráulico o similar (no mostrado en las figuras).

En el caso de las figuras 6 a 10, el dedo hidráulico central comprende un cuerpo principal 301 que, en el caso de las figuras 6 a 10, es un primordio de HSK-160, aunque también podría ser otro amarre estándar, como Iso, Capto, KM, etc. La longitud del soporte ha de ser lo más corta posible, ya que tiene que proporcionar el desplazamiento vertical variable según la pieza.

El cuerpo principal 301 comprende una base superior 302 en la que está montada una guía lineal principal 304 del útil. La base superior 302 presenta orificios para amarrar la guía lineal principal 304 mediante pernos. En sus dos laterales, la base superior 302 del cuerpo principal presenta orificios para el paso de tornillos de alineación 316 mediante los que se realiza la alineación de la guía lineal principal 304. Estos tornillos de alineación 316 permiten posicionar la guía lineal principal 304 paralelamente al eje de máquina. Esta opción puede ser reemplazada por otro sistema pero con el mismo fin. Es importante que la guía principal 304 esté correctamente paralela al eje de la máquina X ya que es en este eje donde se mide el desplazamiento (torcedura) de la pieza al girar sobre el eje longitudinal. Si las guías lineales principales de todos los elementos de soporte 3 están mal alineadas, esto implica un sobreesfuerzo al desplazamiento lateral de la pieza y el resultado de la medición de la torcedura no es real, sino que siempre será menor que la torcedura real.

Entre la guía lineal principal 304 y la base superior 302 del cuerpo principal 301 está montada una pareja de patines principales 305. La guía lineal principal 304 y los patines principales 305 posibilitan que el cigüeñal 100 pueda desplazarse lateralmente. Los dos patines principales 305 están ajustados a la guía principal 304. En la realización mostrada en las figuras 6 a 10 está prevista una pareja de patines principales para poder montar patines más pequeños (por las limitaciones de dimensiones) y un patín por pareja de rodamientos para evitar posibles deformaciones en el soporte móvil 307 que está dispuesto encima de la guía principal 304 si bien es posible montar un solo patín principal 305 de mayores dimensiones.

En la cara superior del soporte móvil 307 está montada una pareja de guías lineales 306 secundarias, más pequeñas que la guía lineal principal 304, y a las que están ajustadas dos parejas de patines secundarios 308 emergentes de la cara superior del soporte móvil 307. Sobre las parejas de patines secundarios 308 se desplazan sendos cuerpos porta-rodamientos 310 cuyas posiciones laterales pueden delimitarse exteriormente mediante tornillos de tope 309 que roscan en respectivos orificios pasantes practicados en respectivas alas laterales superiores del soporte móvil 307. Los cuerpos porta-rodamientos están conectados entre sí por un husillo 311 transversal. En cada cuerpo porta-rodamientos 310 está montado un eje común 312 de una pareja de rodamientos 313 que sostienen el apoyo 103 del cigüeñal 100. El eje 312 está sujeto en el cuerpo porta-rodamientos 310 mediante un seguro 317 en sí convencional.

Los cuerpos porta-rodamientos comprenden respectivos orificios roscados para el husillo 311, teniendo uno de los cuerpos porta-rodamientos una rosca a derechas y el otro una rosca a izquierdas. El husillo 311 permite desplazar los dos cuerpos de rodamientos de forma homogénea, entre posiciones transversales. En el centro del husillo 311 está prevista una tuerca que permite girar el husillo 311. Un lado del husillo 311 tiene una rosca a derechas y el otro lado una rosca a izquierdas, a fin de que los cuerpos porta-rodamientos 310 se desplacen de forma igual desde y hacia el centro del útil. De esta manera, los patines secundarios 308 de los cuerpos porta-rodamientos 310 y, por tanto, los rodamientos 313, se desplazan en las guías lineales secundarias 306, de tal forma que es posible desplazar las parejas de rodamientos 313 entre posiciones diferentes en adaptación al diámetro del apoyo 103 del cigüeñal 100 que deben contactar. Una vez alcanzada la posición deseada de los cuerpos porta-rodamientos 310 mediante la acción del husillo 311, los cuerpos porta-rodamientos 310 se bloquean en tal posición mediante el apriete de los tornillos de tope 309. Pueden estar previstos cuatro tornillos de tope 309, dos en cada lado, de los que uno está a la derecha y el otro a la izquierda del husillo 311.

Para medir el desplazamiento lateral de la pieza a mecanizar, está provisto un medidor 303 de desplazamiento lateral que mide las diferencias de las posiciones laterales del soporte móvil 307 respecto de la base superior 302 del cuerpo principal 301 y, de esta forma, detecta el desplazamiento lateral de la pieza a mecanizar cuando gira sobre su eje longitudinal. Este puede ser un reloj comparador normal o un medidor que transfiere los datos directamente a CNC, una sonda, etc.

También está previsto un indicador de posición 314 que determina la posición del cuerpo porta-rodamientos 310 en las guías lineales secundarias 308 y, por tanto, la posición de los rodamientos 313 ajustada al diámetro del apoyo 103 del cigüeñal 100 de la pieza a mecanizar 100, e indicar ese diámetro en una escala de Vernier que indica en mm el diámetro del apoyo. El indicador 314 marcará para qué diámetros de apoyos están posicionados los rodamientos 313.

Es importante asegurar que ningún elemento se deforme por el esfuerzo aplicado sobre él por motivo del peso del cigüeñal 100.

Puede ser preferible mecanizar los apoyos que no están soportados; por ejemplo, puede ser preferible sostener una pluralidad de apoyos intermedios 103 en los correspondientes terceros soportes 3, y mecanizar los apoyos no soportados, centrándolos con respecto al eje longitudinal del cigüeñal. Luego, los terceros soportes 3 se cambian de posición para sostener los apoyos intermedios 103 ya mecanizados, y se mecanizan los restantes apoyos intermedios 103.

Una vez terminado el mecanizado del cigüeñal, la comprobación del centrado de los apoyos 103 se puede hacer en la misma máquina, apoyando los apoyos intermedios 103 sobre los elementos de soporte 30, 300 tal y como se ha descrito, y midiendo el desplazamiento lateral de los elementos de soporte 30, 300 durante un giro del cigüeñal alrededor de su eje longitudinal.

En este texto, la palabra "comprende" y sus variantes (como "comprendiendo", etc.) no deben interpretarse de forma excluyente, es decir, no excluyen la posibilidad de que lo descrito incluya otros elementos, etapas etc.

Por otra parte, la invención no está limitada a las realizaciones concretas que se han descrito, sino que abarca también, por ejemplo, las variantes que pueden ser realizadas por el experto medio en la materia (por ejemplo, en cuanto a la elección de materiales, dimensiones, componentes, configuración, etc.) y diseño, dentro de lo que se desprende de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Máquina para el mecanizado de ejes grandes con partes excéntricas, siendo dichos ejes grandes ejes con una longitud de al menos cuatro metros y/o un peso de más de cinco toneladas, comprendiendo dicha máquina un primer soporte (1) y un segundo soporte (2), estando dicho primer soporte (1) configurado para sostener un primer apoyo del eje grande con partes excéntricas, y estando dicho segundo soporte (2) configurado para sostener un segundo apoyo del eje grande con partes excéntricas, comprendiendo la máquina además al menos un tercer soporte (3) configurado para sostener un tercer apoyo (103) del eje grande con partes excéntricas, comprendiendo dicho tercer soporte (3) un elemento de soporte (30, 300) configurado para que dicho tercer apoyo (103) quede apoyado en dicho elemento de soporte (30) cuando el eje grande con partes excéntricas está colocado en la máquina,
caracterizada por que dicho elemento de soporte (30, 300) está configurado de forma lateralmente desplazable, para desplazarse lateralmente, transversalmente con respecto a un eje longitudinal del eje grande con partes excéntricas, con el tercer apoyo (103) cuando el tercer apoyo (103) se desplaza lateralmente durante el giro del eje grande con partes excéntricas alrededor de su eje longitudinal.
2. Máquina según la reivindicación 1, en la que el elemento de soporte (30, 300) tiene una parte superior que presenta al menos dos rodamientos (31, 313) configurados para sostener desde abajo el tercer apoyo (103) del eje grande con partes excéntricas (100).
3. Máquina según la reivindicación 2, en la que dicha parte superior presenta una pluralidad de alojamientos (32) configurados para recibir dichos rodamientos.
4. Máquina según la reivindicación 3, en la que dichos alojamientos (32) están dispuestos para permitir la colocación de rodamientos (31) a diferentes distancias entre ellos, de forma que se pueda adaptar el elemento de soporte a diferentes diámetros del tercer apoyo.
5. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el elemento de soporte (30) está dispuesto sobre unos medios de rodamiento (33) dispuestos en el tercer soporte (3).
6. Máquina según la reivindicación 2, **caracterizada por que** el elemento de soporte (300) comprende una guía lineal principal transversal (304) montada en una base superior (302) de un dedo hidráulico vertical; un soporte móvil transversal (307) con al menos un patín principal transversal inferior (305) y desplazable sobre la guía lineal principal (304); al menos dos cuerpos porta-rodamientos (310) transversalmente opuestos entre sí y desplazables sobre al menos una guía lineal secundaria superior (306) dispuesta en el soporte móvil (307); medios de desplazamiento lateral (311) para desplazar los cuerpos porta-rodamientos (310) en la guía lineal secundaria (306) entre una pluralidad de posiciones enfrentadas entre sí; medios de bloqueo (309) para mantener los cuerpos porta-rodamientos (310) bloqueados en posiciones en las que los rodamientos (313) sostienen el tercer apoyo (103) del eje grande con partes excéntricas (100).
7. Máquina según la reivindicación 6, **caracterizada por que** comprende dos patines principales (305) dispuestos en sendas partes laterales del soporte móvil (307).
8. Máquina según las reivindicaciones 6 o 7, **caracterizada por que** comprende una pareja de guías lineales secundarias (306) paralelas entre sí.
9. Máquina según las reivindicaciones 6, 7 u 8, **caracterizada por que** los cuerpos porta-rodamientos (310) están conectados entre sí mediante un husillo transversal (311) que rosca en orificios roscados respectivos comprendidos en los cuerpos porta-rodamientos (311), de tal manera que el giro del husillo (311) en un sentido y otro provoca que los cuerpos porta-rodamientos (310) se acerquen uno a otro o se alejen uno de otro.
10. Máquina según la reivindicación 9, **caracterizada por que** comprende al menos una pareja de tornillos de tope (309) que roscan en orificios pasantes de alas laterales opuestas entre sí que emergen hacia arriba del soporte móvil (307) en alineación coaxial con el husillo (311).
11. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una pluralidad de dichos terceros soportes (3), con los correspondientes elementos de soporte (30, 300).
12. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un detector de desplazamiento (4, 303) asociado al elemento de soporte (30, 300).
13. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichos primer soporte (1) y segundo soporte (2) son soportes para los apoyos extremos del eje grande con partes excéntricas, y en la que el tercer soporte (3) es un soporte para un apoyo intermedio (103) del eje grande con partes excéntricas.

14. Método para el mecanizado de ejes grandes con partes excéntricas, que comprende las etapas de:

colocar el eje grande con partes excéntricas a mecanizar con un primer apoyo soportado en un primer soporte (1) y con un segundo apoyo soportado en un segundo soporte (2);

girar el eje grande con partes excéntricas y mecanizar una pluralidad de apoyos del eje grande con partes excéntricas;

caracterizado por que adicionalmente comprende la etapa de

apoyar al menos un tercer apoyo (103) del eje grande con partes excéntricas en un elemento de soporte (30, 300) desplazable en sentido lateral, a fin de que dicho elemento de soporte (30, 300) se desplace lateralmente, en transversal con respecto a un eje longitudinal del eje grande con partes excéntricas, siguiendo un movimiento del tercer apoyo (103) correspondiente en el plano horizontal durante el giro del eje grande con partes excéntricas (100) durante el proceso de mecanizado.

15. Método según la reivindicación 14, que adicionalmente comprende la etapa de medir el desplazamiento del elemento de soporte (30, 300).

16. Método según las reivindicaciones 14 o 15 que comprende la etapa de mecanizar un apoyo (103) cuando está apoyado en dicho elemento de soporte (30, 300).

17. Método según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16, que comprende la etapa de mecanizar un apoyo que no está apoyado en dicho elemento de soporte (30, 300).

18. Método según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 17, que comprende la etapa de medir un desplazamiento de dicho elemento de soporte (30, 300) para determinar si un apoyo está correctamente centrado con respecto al eje longitudinal del eje grande con partes excéntricas.

19. Método según la reivindicación 18, en el que se mide el desplazamiento de una pluralidad de elementos de soporte (30, 300) para determinar si una correspondiente pluralidad de apoyos (103) están centrados con respecto al eje longitudinal del eje grande con partes excéntricas.

20. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 14-19, en el que el elemento de soporte (30, 300) comprende al menos dos rodamientos (31, 313) para sostener el correspondiente apoyo (103) del eje grande con partes excéntricas, y/o en el que el elemento de soporte está colocado sobre unos elementos giratorios (33) asociados a un soporte (3) de una máquina de mecanizado del eje grande con partes excéntricas, a fin de facilitar el deslizamiento del elemento de soporte (30) en sentido lateral, siguiendo el desplazamiento en sentido lateral del apoyo (103) del eje grande con partes excéntricas durante el giro del eje grande con partes excéntricas.

21. Método según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 20, en el que dicho eje grande con partes excéntricas tiene una longitud de al menos cuatro metros.

22. Método según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 21, en el que dicho eje grande con partes excéntricas tiene un peso de más de cinco toneladas.

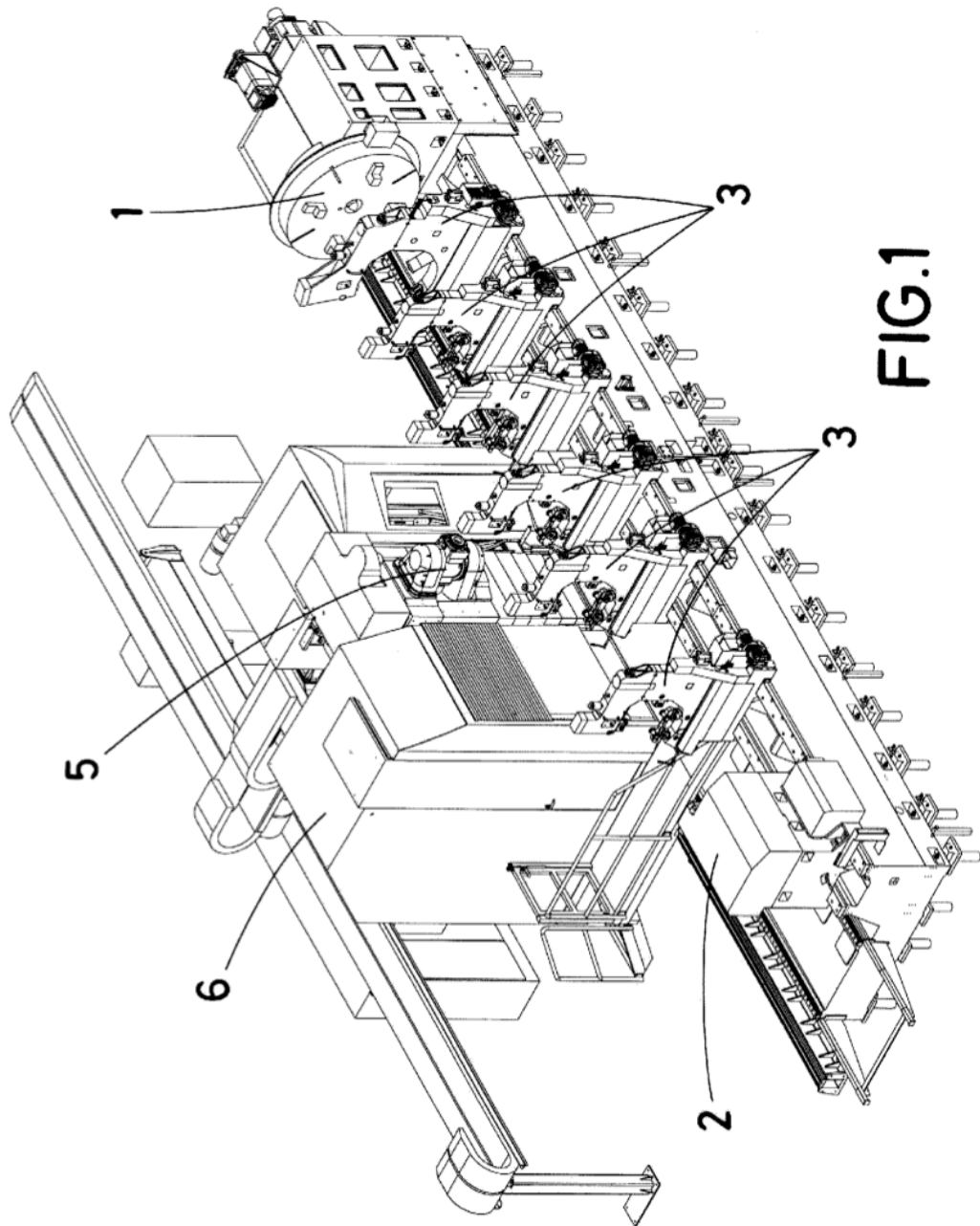


FIG.1

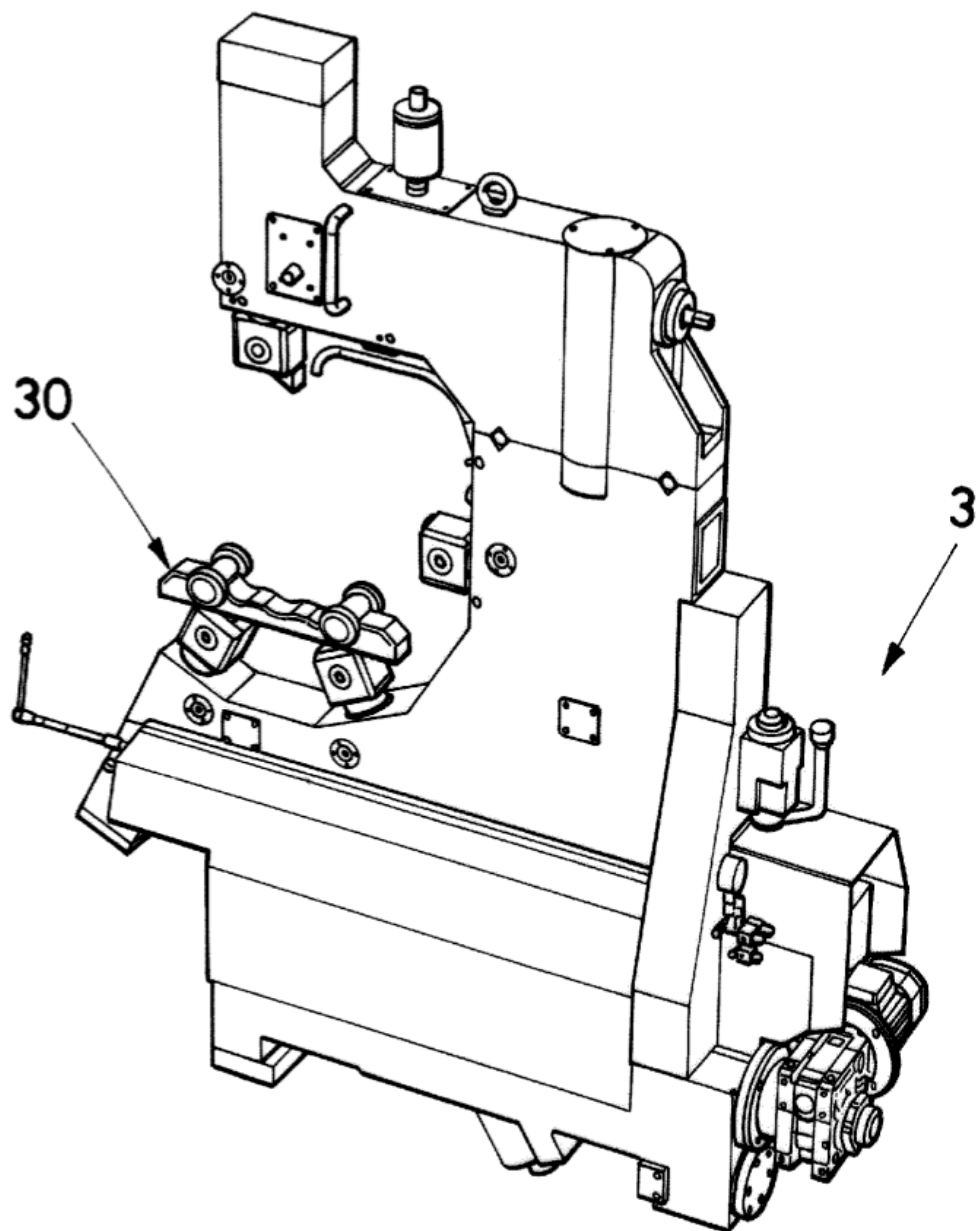
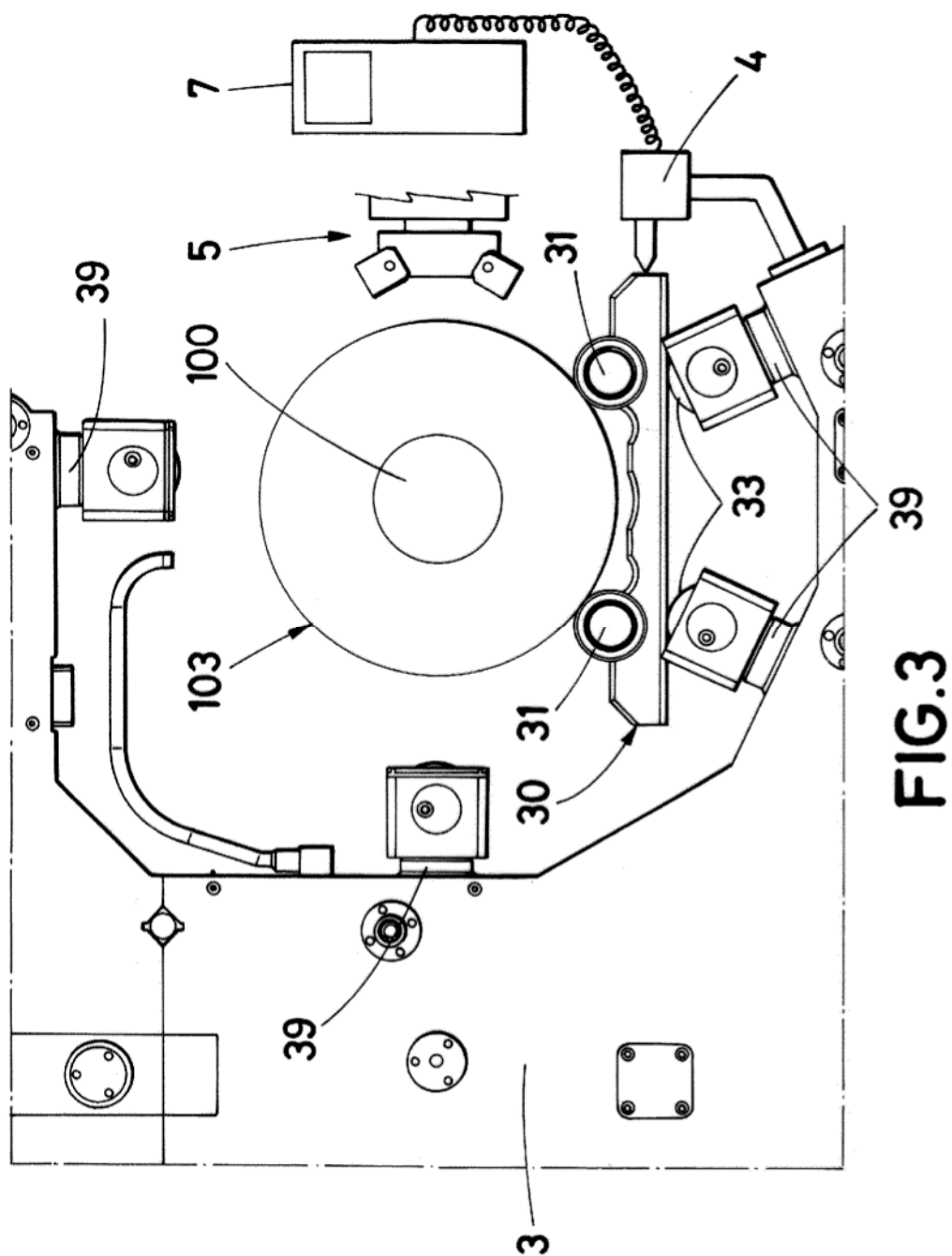
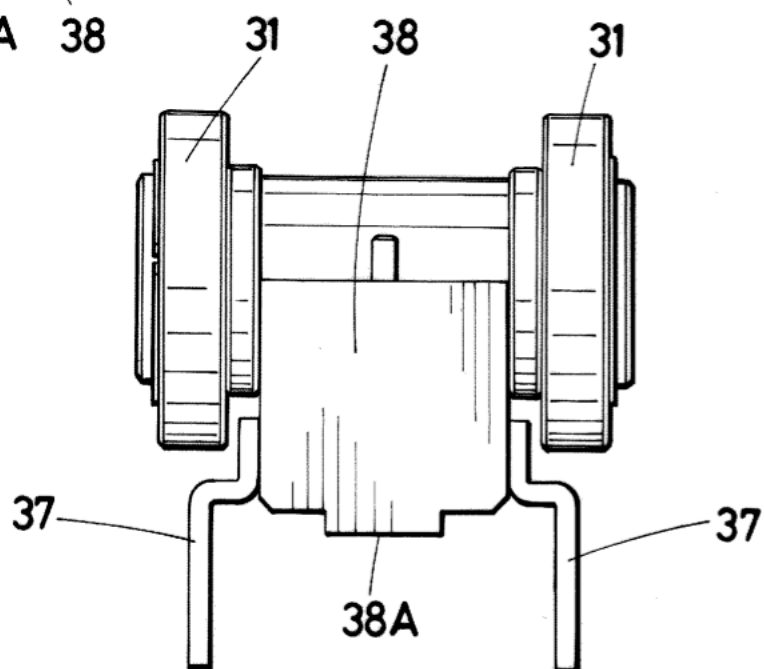
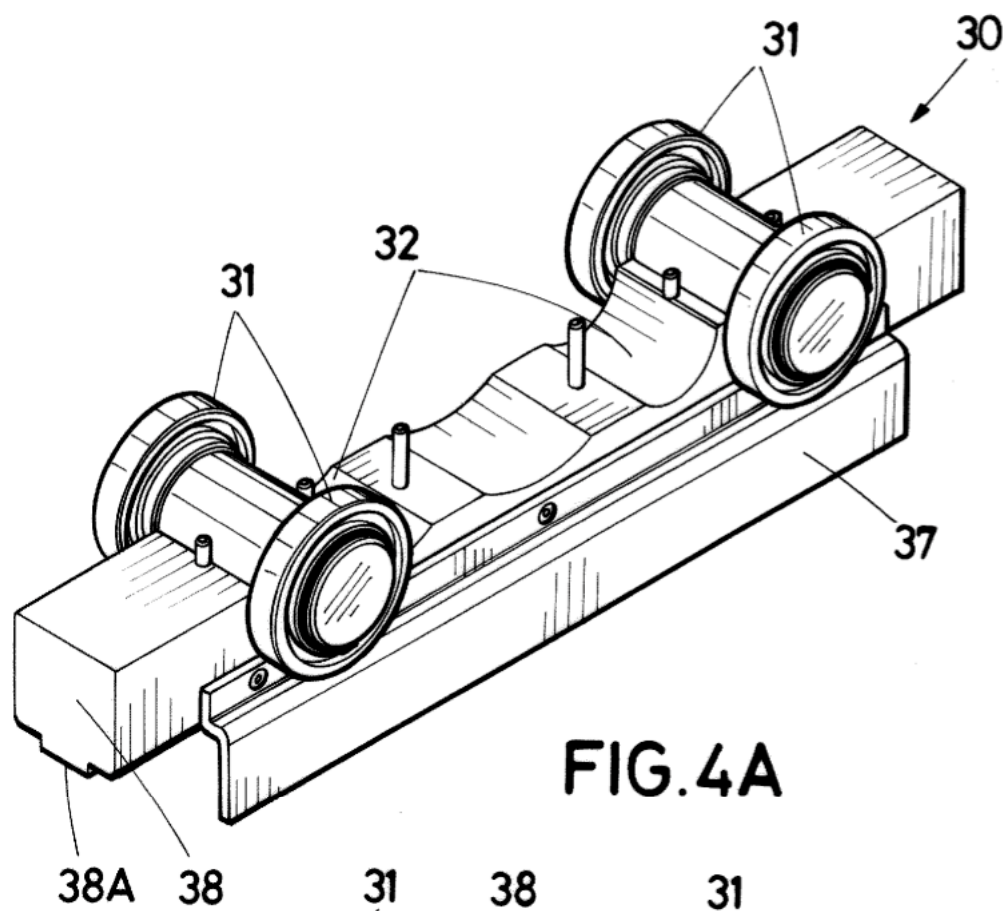


FIG.2





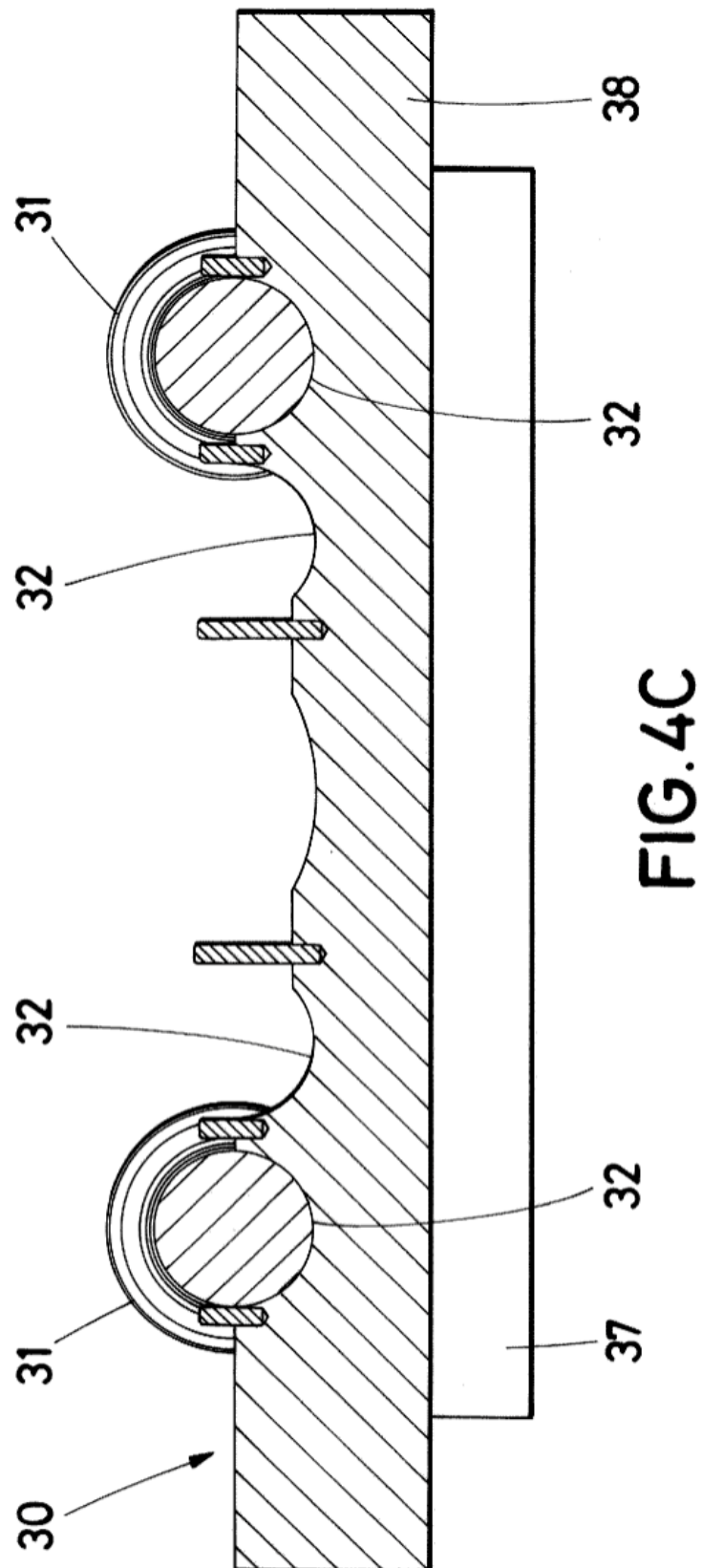


FIG.4C

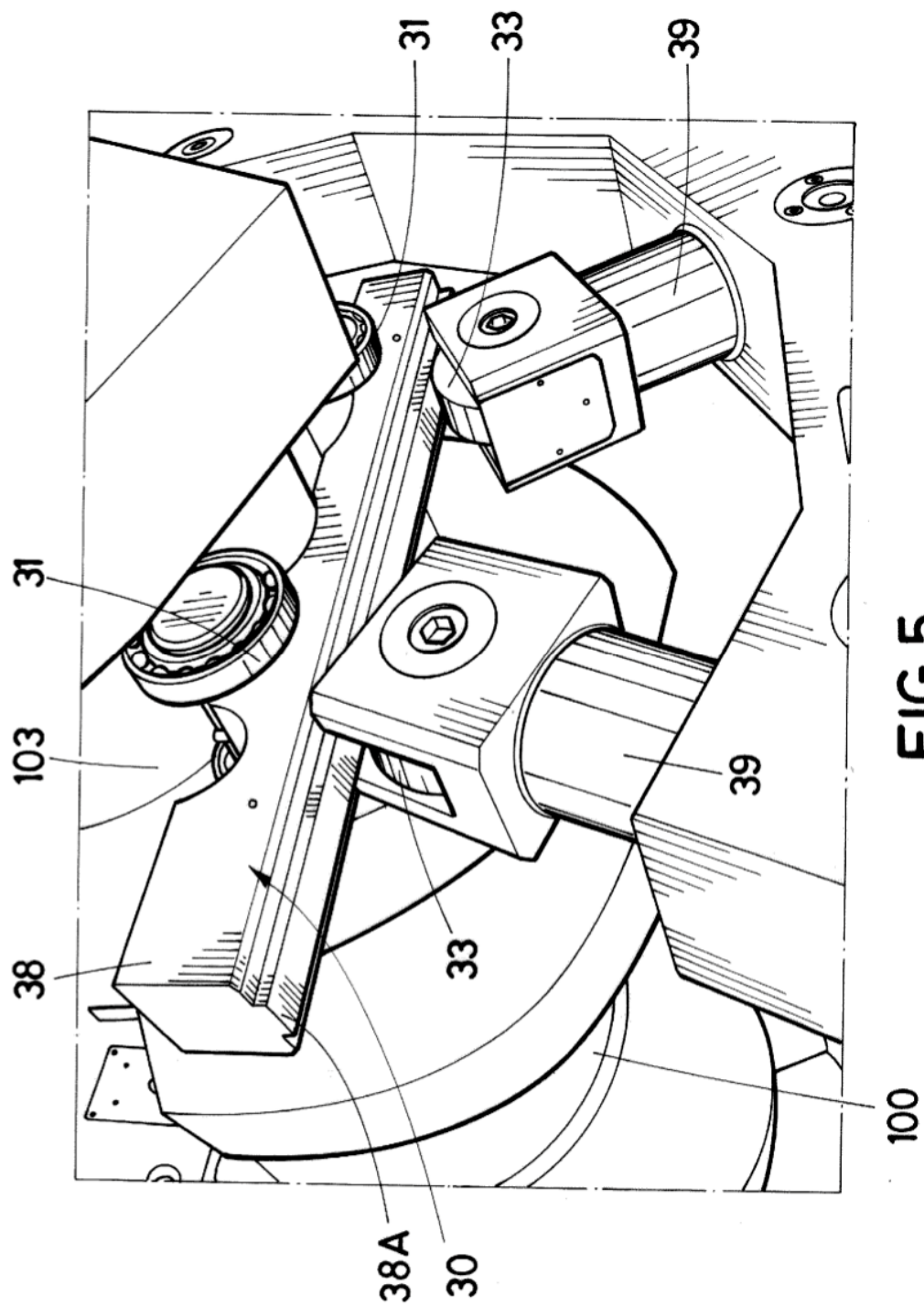


FIG. 5

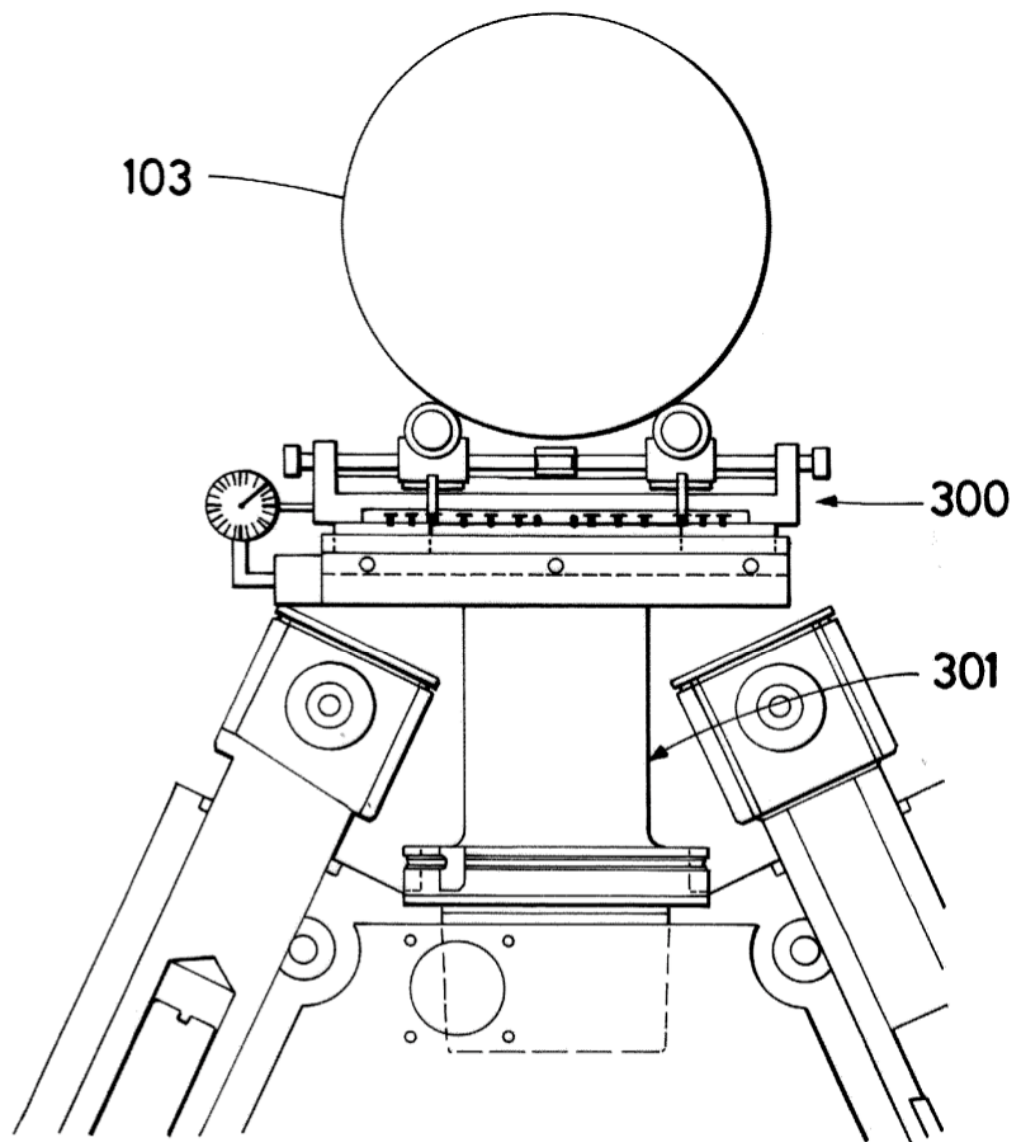
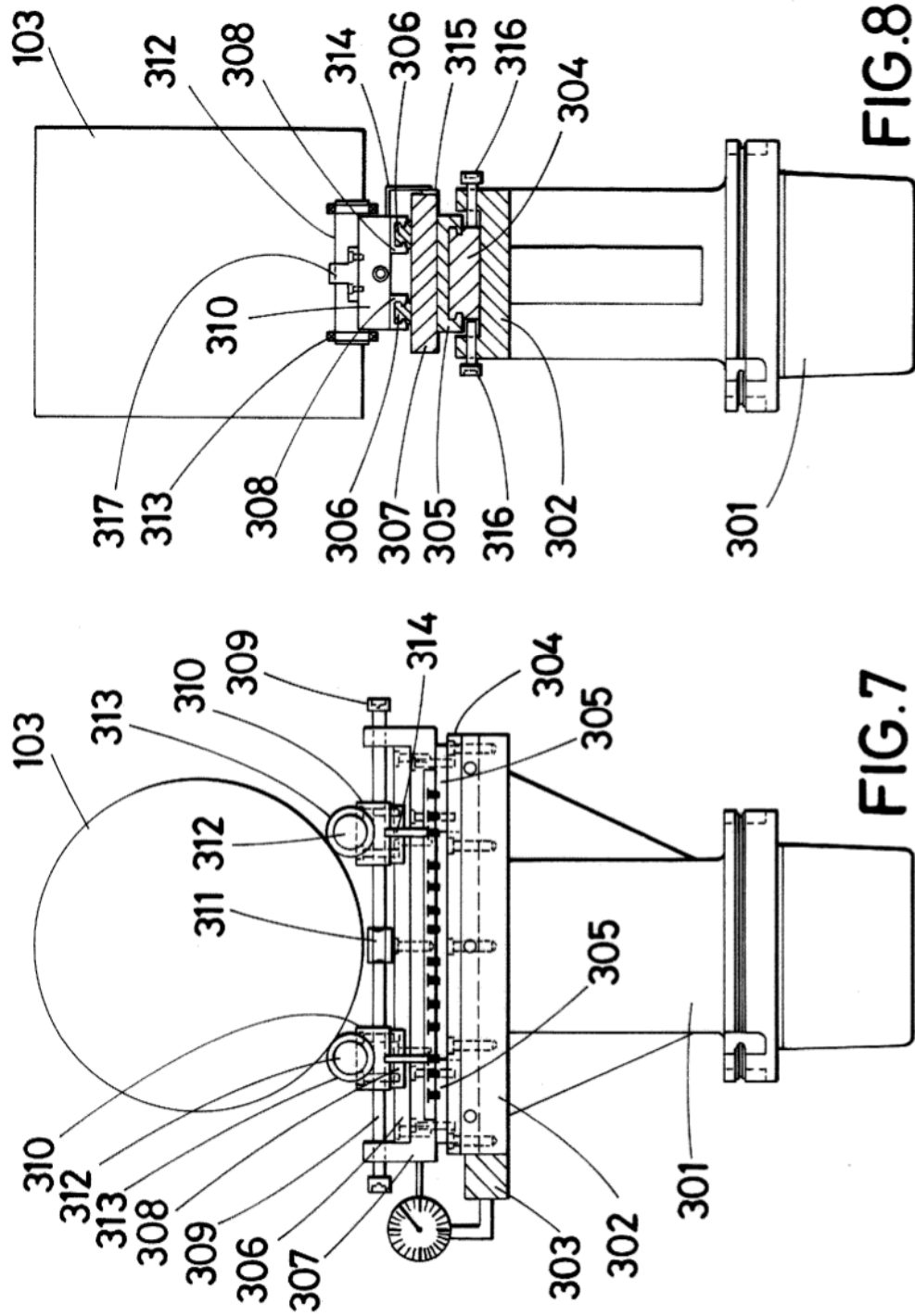
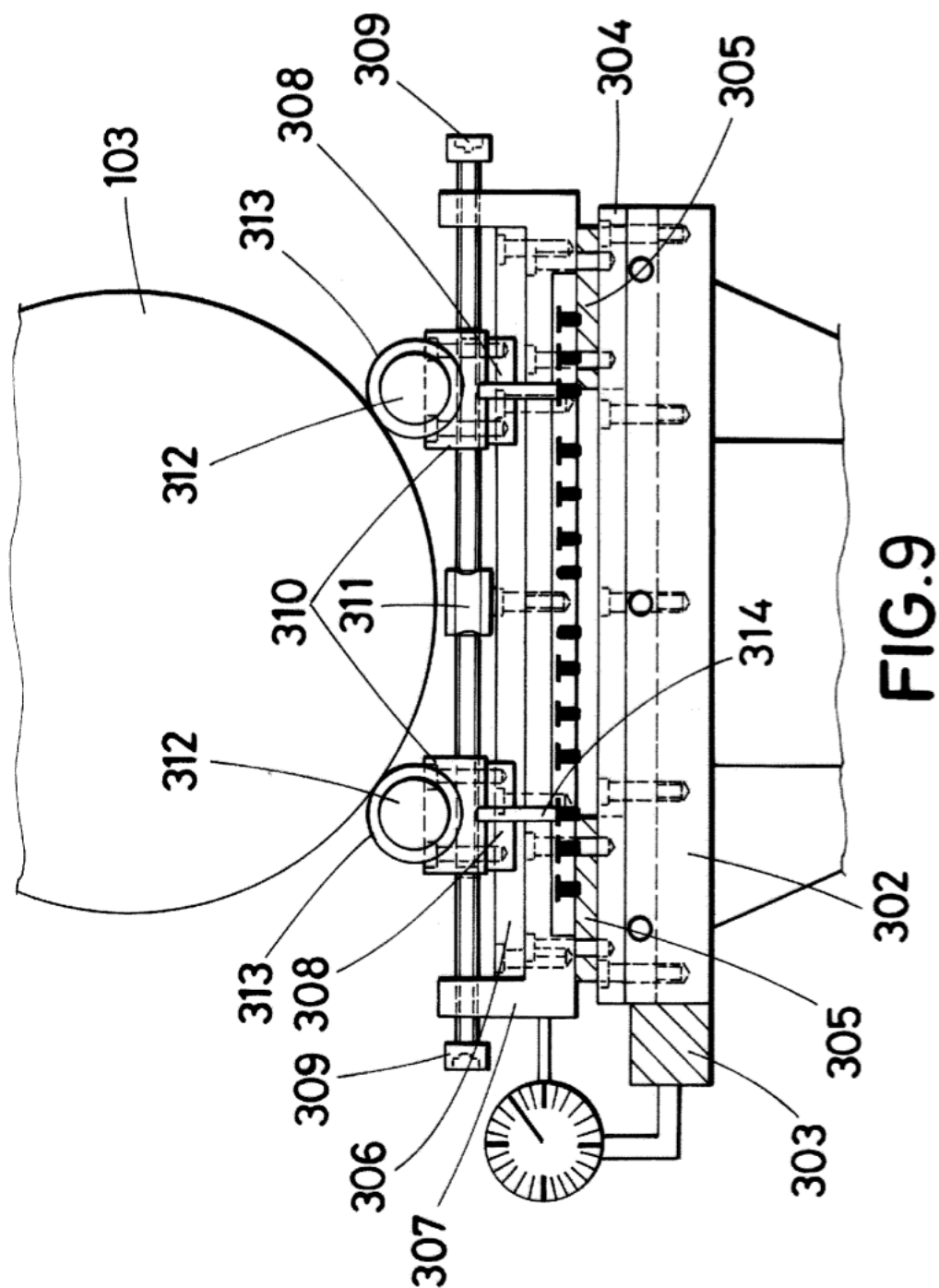


FIG.6





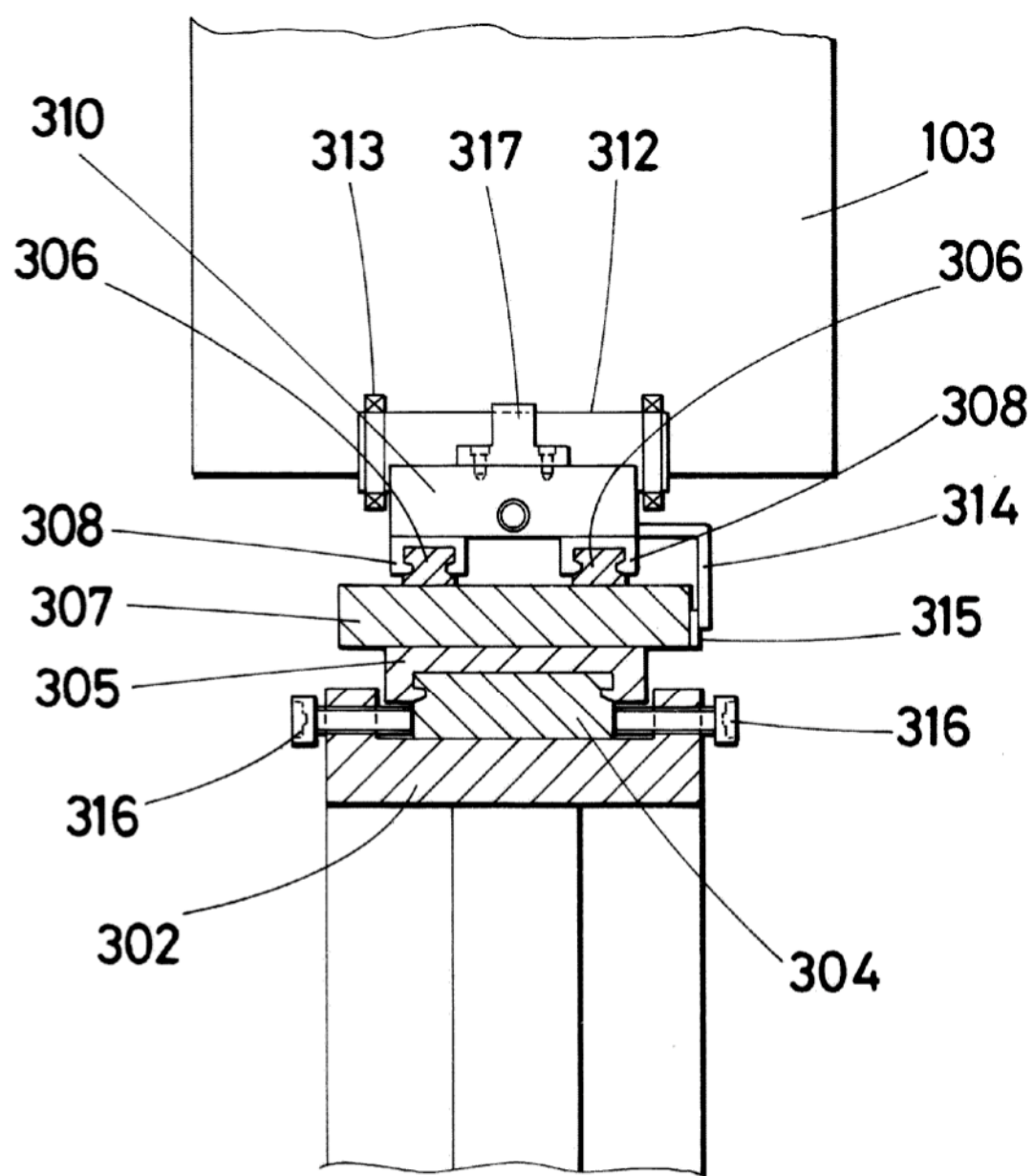


FIG.10