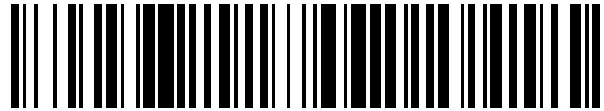


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 439 819**

51 Int. Cl.:

B23Q 5/32 (2006.01)

B23B 47/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2010 E 10824259 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2013 EP 2501518**

54 Título: **Dispositivo de mecanizado axial**

30 Prioridad:

17.11.2009 FR 0958081

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

24.01.2014

73 Titular/es:

**MITIS (100.0%)
12 rue Johannes Gutenberg
44340 Bouguenais, FR**

72 Inventor/es:

PEIGNE, GRÉGOIRE

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 439 819 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

Dispositivo de mecanizado axial.

5 La presente invención se refiere a los dispositivos de mecanizado axial, tal como perforación, mandrilado y fresado, y más particularmente a aquéllos de pequeño volumen que integran un movimiento de avance y de penetración de la herramienta, por ejemplo de la broca.

10 La solicitud FR 2 881 366 a nombre de SETI TEC describe un dispositivo de perforación que comprende un piñón de arrastre para arrastrar en rotación un husillo portabrocas y un piñón de avance conectado al husillo portabrocas mediante una unión fileteada.

15 En la figura 1 se reproduce un dispositivo similar. En esta figura, las referencias numéricas son las mismas que las utilizadas a continuación, para indicar piezas constitutivas idénticas o similares.

Se conocen por otro lado dispositivos de perforación vibratoria a partir de las publicaciones WO 2008/000935 A1, DE 10 2005 002 462 B4, US n° 7.510.024 B2, FR 2 907 695 y US 2007/209813.

20 La asistencia vibratoria permite fragmentar las virutas y aumentar la calidad de las perforaciones suprimiendo el riesgo de atasco, aumentar la vida útil de las herramientas y fiabilizar el procedimiento.

25 En las publicaciones FR 2 907 695, US n° 7.510.024 y US 2007/209813 (formando esta última publicación la base para el preámbulo de la reivindicación 1), las oscilaciones son generadas por las levas sin órganos de rodamiento. Como resultado, se produce un rozamiento a nivel de la leva, que genera un calentamiento y ruido. Además, no siempre se obtiene la frecuencia de vibración óptima para la fragmentación correcta de la viruta debido a que esta frecuencia es un múltiplo entero del diferencial de la velocidad de rotación del piñón de avance con respecto al husillo o con respecto al bastidor, relacionado directamente con el número de oscilaciones de la leva.

30 En la patente DE 10 2005/002462, un resorte ejerce una fuerza de retorno sobre un rodamiento que comprende una superficie ondulada, en un sentido de avance de la broca, con el fin de producir unas vibraciones axiales. En caso de presión axial elevada de la broca, los órganos de rodamiento pueden dejar de rodar sobre la superficie ondulada, y la broca deja de oscilar. Para evitar este inconveniente, el resorte debe presentar una rigidez importante, lo cual puede llevar a sobredimensionar el rodamiento. Como resultado, se produce un coste y un volumen más importantes.

35 Además, el dispositivo está aplicado en la punta de husillo, bajo el sistema de avance, lo cual se añade al volumen y lleva a una complejidad aumentada.

40 Existe la necesidad de perfeccionar más los dispositivos de perforación, en particular los destinados al mecanizado de piezas aeronáuticas de grandes dimensiones, tales como por ejemplo partes del fuselaje o de las alas.

45 La invención tiene por tanto como objeto un dispositivo de mecanizado axial que comprende un husillo portaherramientas, que gira en el interior de un bastidor, alojando este último un sistema de transmisión que provoca el avance automático del husillo con relación al bastidor bajo el efecto del arrastre en rotación del husillo portaherramientas, comprendiendo este sistema de transmisión un piñón de avance atornillado en el husillo.

50 El dispositivo comprende un órgano de retorno elástico que solicita el piñón de avance en un primer sentido axial, preferentemente contrario al sentido de avance (es decir, su movimiento durante el mecanizado) del husillo. El dispositivo comprende un primer rodamiento que comprende unos órganos de rodamiento que ruedan sobre una superficie de rodamiento ondulada con una componente axial de ondulación, de modo que solicita de manera periódica en desplazamiento el piñón de avance en un segundo sentido opuesto al primero, de tal manera que la rotación del husillo está acompañada por un movimiento de vibración axial.

55 El dispositivo según la invención presenta un volumen reducido, gracias a la integración de los medios de creación del movimiento de vibración en el interior del bastidor. Los rozamientos también se reducen enormemente debido a los órganos de rodamiento.

60 Además, la invención puede permitir que se generen unas vibraciones axiales a una frecuencia relacionada con la velocidad de rotación del piñón de rotación, lo cual puede permitir que se mantenga constante el número de oscilaciones por vuelta independientemente de las regulaciones del avance. En una variante de la invención, en la que el primer rodamiento está apoyado directamente en el piñón de avance y en la que la frecuencia de vibración axial está entonces directamente relacionada con la velocidad de rotación del piñón de avance y ya no lo está con la del husillo portaherramientas, se pierde esta última ventaja, pero se mantienen otras ventajas.

65 Es ventajoso que el órgano de retorno solicite el piñón de avance en un sentido contrario al sentido de avance del husillo. Esto permite utilizar, en efecto, el primer rodamiento para ejercer un esfuerzo axial en el sentido de avance

del husillo. Así, incluso en caso de sobrecarga axial de la broca, ésta permanece sometida a un movimiento de vibración. Además, no se tiene que sobredimensionar ni el órgano de retorno ni el primer rodamiento. El dispositivo sigue siendo así fácilmente integrable en un bastidor que contiene el sistema de transmisión y de avance del husillo.

5 El primer rodamiento comprende ventajosamente unos rodillos, los cuales pueden soportar unos esfuerzos superiores a las bolas.

10 La superficie ondulada se comporta con los órganos de rodamiento como un engranaje planetario que actúa como un reductor y desmultiplica el número de oscilaciones por vuelta. El primer rodamiento presenta así la doble función de reducir los rozamientos y de reducir mediante el engranaje planetario el movimiento de vibración.

15 La superficie ondulada puede estar configurada para producir un número no entero, incluso no racional, de periodos de vibración por revolución del husillo portaherramientas. El número de periodos de vibración por revolución del husillo portaherramientas está comprendido, por ejemplo, entre 1 y 3, excluidos los extremos, siendo en particular igual a aproximadamente 1,5 o 2,5. La superficie de rodamiento ondulada puede comprender un número impar de ondulaciones, por ejemplo sinusoidales, por revolución. Por ejemplo, tres ondulaciones en la superficie ondulada pueden generar, teniendo en cuenta la rotación de los rodamientos, aproximadamente 1½ oscilaciones por vuelta del husillo. Un número no entero permite evitar una trayectoria paralela de las aristas de corte durante la perforación, y aumenta la eficacia de fragmentación de las virutas.

20 Preferentemente, la superficie ondulada produce un número no entero y no racional de periodos de vibración por revolución del husillo portaherramientas.

25 El primer rodamiento puede comprender un anillo plano y un anillo ondulado, entre los que giran los órganos de rodamiento, pudiendo estos anillos ser fijos o móviles en el dispositivo. El anillo ondulado define la superficie ondulada.

30 El número de órganos de rodamiento entre el anillo plano y el anillo ondulado es igual al número de ondulaciones del anillo ondulado.

Debido a que uno de los anillos es ondulado, la trayectoria de los órganos de rodamiento sobre este anillo no es un círculo 2D sino una senoide 3D. Así, la longitud de las trayectorias sobre un anillo plano u ondulado es diferente, aunque los diámetros de los anillos sean iguales.

35 Se puede aplicar la fórmula de Willis a la invención. La trayectoria del punto actual sobre el anillo ondulado puede expresarse así:

$$\overline{OM} = R1 \cdot \overline{e\vec{r}} + \frac{A}{2} \cdot \text{sen}(N \cdot \theta) \cdot \overline{e\vec{z}}$$

40 en la que R1 es el radio de la trayectoria sobre el anillo, θ el ángulo formado por el punto actual, N el número de ondulaciones y A su amplitud.

Derivando esta ecuación, se obtiene la siguiente ecuación:

45
$$d\overline{OM} = 0 \cdot \overline{e\vec{r}} + R1 \cdot d\theta \cdot \overline{e\vec{\theta}} - \frac{A}{2} \cdot N \cdot \cos(N \cdot \theta) \cdot d\theta \cdot \overline{e\vec{z}}$$

La norma de esta ecuación permite obtener la derivada de la abscisa curvilínea, es decir la longitud de la trayectoria s1 del anillo ondulado:

50
$$ds_1 = \sqrt{\left[R1^2 + \left(\frac{A}{2} \cdot N \cdot \cos(N \cdot \theta) \right)^2 \right]} d\theta$$

La integración de la ecuación anterior conduce al cálculo de la abscisa curvilínea s1:

$$s_1 = \int_0^{2\pi} \sqrt{\left[R1^2 + \left(\frac{A}{2} \cdot N \cdot \cos(N \cdot \theta) \right)^2 \right]} d\theta = \int_0^{2\pi \cdot N} \sqrt{\left[\left(\frac{R1}{N} \right)^2 + \left(\frac{A}{2} \cdot \cos \varphi \right)^2 \right]} d\varphi$$

$$s_1 = \sqrt{\left(\frac{R1}{N}\right)^2 + \left(\frac{A}{2}\right)^2} \cdot \int_0^{2\pi \cdot N} \sqrt{1 - \frac{\left[\frac{A}{2} \cdot \sin \varphi\right]^2}{\left[\sqrt{\left(\frac{R1}{N}\right)^2 + \left(\frac{A}{2}\right)^2}\right]^2}} d\varphi$$

$$s_1 = \sqrt{\left(\frac{R1}{N}\right)^2 + \left(\frac{A}{2}\right)^2} \cdot E\left(2\pi \cdot N, \frac{\frac{A}{2}}{\sqrt{\left(\frac{R1}{N}\right)^2 + \left(\frac{A}{2}\right)^2}}\right)$$

siendo la integral anterior la integral elíptica incompleta del segundo tipo.

5

En el anillo plano, la longitud de la trayectoria s_2 se puede expresar como un simple perímetro de círculo:

$$s_2 = \int_0^{2\pi} R2 \cdot d\theta = 2\pi \cdot R2$$

10 en la que $R2$ es el diámetro del anillo.

Las reducciones r_1 y r_2 del engranaje planetario con, respectivamente, unos anillos móviles o fijos, se pueden expresar como:

$$r_1 = \frac{s_1}{s_1 + s_2}; r_2 = \frac{s_2}{s_1 + s_2}$$

15

Este cálculo hace que intervengan numerosos parámetros y, por su naturaleza, induce un número de oscilaciones por vuelta no racional, tal como se indica en los ejemplos a continuación.

20 Tomando radios iguales para los anillos planos y ondulados, es decir $R1 = R2 = 20$ mm, $N = 3$ para el número de ondulaciones, y $A = 0,5$ mm para su amplitud, las reducciones del engranaje planetario son iguales de modo aproximado a $r_1 = 0,500351$ y $r_2 = 0,499649$, lo cual proporciona 1,50105 periodos de vibración por revolución del husillo en el caso de un anillo ondulado fijo, y 1,49895 periodos de vibración por revolución del husillo en el caso de un anillo plano fijo.

25

Con valores de radio diferentes, es decir $R1 = 22$ mm y $R2 = 20$ mm, y $A = 0,1$ mm con el mismo número de ondulaciones, las reducciones del engranaje planetario son iguales de modo aproximado a $r_1 = 0,523821$ y $r_2 = 0,476179$, lo cual proporciona 1,57146 periodos de vibración por revolución del husillo en el caso de un anillo ondulado fijo, y 1,42854 periodos de vibración por revolución del husillo en el caso de un anillo plano fijo.

30

Un número no racional de oscilaciones por vuelta del husillo permite evitar los riesgos de vibraciones autosostenidas y de sacudidas.

35 Es particularmente ventajoso disponer de un número no entero y no racional de oscilaciones por vuelta, en particular en el caso de utilización del dispositivo para realizar operaciones de fresado y de avellanado. En efecto, un número no racional de oscilaciones por vuelta permite evitar un defecto de forma al final de la operación, en particular en el caso en el que tiene lugar una temporización al final del recorrido de algunos segundos, durante la cual el avance es nulo. Si el avance se detiene al final del recorrido para un número definido de vueltas, en el caso de un número no entero y no racional de oscilaciones por vuelta, la superficie obtenida, cónica o plana por ejemplo, no está sometida a ninguna oscilación localizada de modo permanente en el mismo emplazamiento, y presenta un defecto de forma aceptable. El pico de cada oscilación está ligeramente desfasado angularmente con respecto al anterior.

40

El sistema de transmisión puede comprender un piñón de rotación que sirve para el arrastre en rotación del husillo portaherramientas, dispuesto en el bastidor con una posibilidad de desplazamiento axial con relación al bastidor. El primer rodamiento puede estar apoyado directamente en este piñón de rotación.

45

El piñón de rotación puede estar situado entre el piñón de avance y el primer rodamiento, pero el piñón de avance puede, como variante, estar situado entre el piñón de rotación y el primer rodamiento.

50 El dispositivo puede comprender un segundo rodamiento que se interpone entre el piñón de avance y el piñón de rotación.

El piñón de avance puede girar en el interior de un tercer rodamiento, en particular un rodamiento de agujas. Un

rodamiento de agujas puede tolerar más fácilmente el desplazamiento axial del piñón de avance que un rodamiento de bolas.

5 El órgano de retorno elástico puede comprender una arandela que forma resorte, atravesada por el husillo portaherramientas. La arandela que forma resorte puede descansar sobre un anillo radialmente interior de un cuarto rodamiento atravesado por el husillo portaherramientas, por ejemplo un rodamiento de doble fila de bolas, que puede aumentar la precisión del guiado.

10 La invención tiene además como objeto un procedimiento de mecanizado axial en el que se utiliza un dispositivo tal como se ha definido anteriormente.

La invención se podrá entender mejor con la lectura de la descripción detallada siguiente, de ejemplos no limitativos de realización de la misma, y con examen del dibujo adjunto, en el que:

- 15 - la figura 1 es una vista en sección longitudinal de un ejemplo de dispositivo según la técnica anterior,
- la figura 2 es una vista similar a la figura 1 de un ejemplo de dispositivo de perforación realizado según la invención,
- 20 - la figura 3 es una vista similar a la figura 2, de una variante de realización,
- la figura 4 representa en perspectiva un ejemplo de superficie de rodamiento ondulada,
- la figura 5 representa el esquema cinemático de un ejemplo de dispositivo realizado según la invención, y
- 25 - las figuras 6 y 7 son unos esquemas cinemáticos de variantes de realización de dispositivos según la invención.

30 El dispositivo 1 de mecanizado, en particular de perforación, de acuerdo con la invención representado en la figura 2 comprende un bastidor 2, que aloja parcialmente un husillo portaherramientas 3 y un sistema 5 de arrastre y de avance automático de este husillo 3. Este sistema 5 está acoplado a un motor de arrastre 112 representando en las figuras 5 a 7, que es por ejemplo un motor neumático.

35 El husillo 3 acciona una broca o una fresa no representada, de modo que se realiza un mecanizado axial, por ejemplo una perforación.

40 El sistema 5 es por ejemplo similar al descrito en la solicitud FR 2 881 366, y comprende un piñón de rotación 10 que gira con el husillo 3 a la vez que permite un desplazamiento axial con relación al mismo, siendo la unión entre el piñón de rotación 10 y el husillo 3 por ejemplo una unión deslizante, pudiendo comprender el husillo 3 unas acanaladuras en las que se enganchan unas nervaduras correspondientes del piñón de rotación 10.

El piñón de rotación 10 es arrastrado en rotación alrededor de un eje X por una rueda de arrastre 11 acoplada al motor.

45 El sistema 5 comprende además un piñón de avance 15 que es móvil axialmente en el interior del bastidor 2 según el eje X y comprende un fileteado 16 atornillado en una parte fileteada del husillo 3, de tal manera que una rotación del piñón de avance 15 con relación al husillo 3 provoca un desplazamiento axial del mismo. El avance es, por ejemplo, de 1/10 mm aproximadamente por vuelta del husillo. La velocidad de rotación del husillo va, por ejemplo, de 300 a 5000 vueltas/min.

50 El piñón de avance 15 puede girar con relación al piñón de rotación 10, estando interpuesto axialmente entre los dos un rodamiento 17 que comprende unos órganos de rodamiento tales como unas bolas, tal como se ha ilustrado.

55 El piñón de avance 15 puede girar en el interior de un rodamiento de guiado inferior 18 que garantiza un guiado en rotación del mismo, a la vez que permite un determinado recorrido axial del piñón de avance 15, con relación al bastidor 2, hacia arriba.

Un órgano de retorno elástico 40, tal como una arandela que forma resorte, está interpuesto entre el piñón de avance 15 y el rodamiento 18. La arandela 40 que forma resorte se apoya axialmente en el anillo interior del rodamiento 18.

60 El piñón de rotación 10 es móvil en el interior del bastidor 2, según el eje X, y se encuentra solicitado, mediante el piñón de avance 15 y el rodamiento 17, en desplazamiento hacia arriba por la arandela 40 que forma resorte.

65 Un rodamiento 50 se interpone axialmente entre el bastidor 2 y el piñón de rotación 10, en el lado opuesto al piñón de avance 15. Así, el piñón de rotación 10 está solicitado apoyado contra el rodamiento 50 por la arandela que forma resorte 40.

5 El rodamiento 50 presenta unos órganos de rodamiento 51 que son, en el ejemplo ilustrado, unos rodillos insertados en una caja 54, que giran entre un anillo de apoyo superior liso 52 que descansa contra un rodamiento 55 de guiado superior del piñón de rotación 10 y un anillo inferior ondulado 53 que define una superficie de rodamiento ondulada, que descansa sobre un saliente 88 del piñón de rotación 10. En la figura 4 se presenta un ejemplo de superficie 100 de rodamiento ondulada con una componente axial. En esta figura se representan el radio R1 del anillo y el ángulo θ , utilizados en el cálculo del número de periodos de vibración por revolución del husillo, detallado anteriormente.

El eje de rotación de cada rodamiento 51 puede ser perpendicular al eje X, tal como se ha ilustrado.

10 El rodamiento superior 55 es, por ejemplo, un rodamiento de bolas, pero podría ser distinto.

La superficie de rodamiento ondulada provoca un desplazamiento axial de los rodillos 51 durante su rotación. La amplitud extrema de este desplazamiento está comprendida, por ejemplo, entre 2 y 4/10 mm. Un movimiento axial de este tipo se transmite, mediante el piñón de rotación 10, al piñón de avance 15 y así al husillo portaherramientas 3.

15 La superficie de rodamiento ondulada comprende, preferentemente, un número impar de ondulaciones por revolución, de manera que se obtiene una frecuencia de vibración que es un múltiplo no entero, en particular no racional, de la frecuencia de rotación.

20 El sistema 5 comprende una rueda 60 de arrastre del piñón de avance 15, que está acoplada mediante engranaje con la rueda 11 y que se puede desacoplar automáticamente de la rueda de arrastre 11, al final del recorrido hacia abajo del husillo 3, de modo que se permite una elevación del mismo.

25 La rueda 60 arrastra el piñón de avance 15 a una velocidad de rotación ligeramente diferente de la del piñón de rotación 10, de modo que se genera el movimiento de avance buscado en el sentido de avance A, para el husillo 3, de modo conocido en sí mismo.

30 Al término del movimiento de avance del husillo 3, un tope 90 soportado por el husillo 3 se apoya contra el canto de extremo del piñón de rotación 10 y lleva la rueda de arrastre 60 a alejarse de la rueda de arrastre 11.

35 La rueda de arrastre 60 acciona hacia abajo un pistón 70 que soporta una junta 92 de estanqueidad. Esta última aísla, cuando la rueda de arrastre 60 está acoplada a la rueda de arrastre 11, la cámara 72 situada encima del pistón de una entrada de aire comprimido 94. Cuando el pistón 70 se desplaza hacia abajo, la junta 92 deja de aplicarse de modo estanco y la presión que predomina por encima de la cámara 72 acciona el pistón 70 hacia abajo. Las ruedas de arrastre 11 y 60 están entonces completamente desacopladas y el husillo puede realizar un movimiento de elevación. Una válvula 96 es accionada por el husillo 3 al término de su elevación, lo cual devuelve a la cámara 72 a la presión atmosférica y permite la elevación del pistón 70 bajo el efecto de un resorte 73 de retorno. Las ruedas de arrastre 11 y 60 se pueden acoplar de nuevo.

40 El sistema de transmisión puede ser similar al descrito en la solicitud FR 2 881 366.

45 La variante de realización ilustrada en la figura 3 difiere de la de la figura 2 en particular por la sustitución del rodamiento inferior 18 por un rodamiento de agujas 98, que admite más fácilmente un movimiento axial entre las superficies de rodamiento. El husillo 3 es guiado en la parte inferior por un rodamiento 99 de doble fila de bolas.

También se utiliza un rodamiento de agujas 100 como sustitución del rodamiento superior en 55, para guiar en rotación el piñón de rotación 10.

50 El husillo 3 está guiado en la parte superior en rotación por un rodamiento de bolas 101. La arandela 40 que forma resorte descansa sobre el anillo interior del rodamiento 99 de doble fila de bolas.

La figura 5 representa el esquema cinemático de un ejemplo de dispositivo realizado según la invención.

55 Este esquema representa las uniones entre los principales elementos del dispositivo 1 descritos anteriormente. El motor 112 al que se acopla el sistema 5 de transmisión mediante la rueda de arrastre 11 también está representado.

60 En las variantes de las figuras 6 y 7, el sistema 5 está integrado en una configuración en la que los piñones de avance y de transmisión están invertidos. El emplazamiento del medio 40 de retorno difiere entre las formas de realización de las figuras 6 y 7.

Naturalmente, la invención no se limita a los ejemplos ilustrados. En particular, se puede realizar de otro modo el sistema 5 de transmisión y de avance.

65 La expresión "que comprende un" se debe entender como sinónima de "que comprende por lo menos un".

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo (1) de mecanizado axial, que comprende un husillo portaherramientas (3) que gira en el interior de un bastidor (2), alojando este último un sistema de transmisión (5) que provoca el avance automático del husillo con relación al bastidor (2) bajo el efecto del arrastre en rotación del husillo portaherramientas, comprendiendo este sistema de transmisión (5) un piñón de avance (15) roscado en el husillo (3), comprendiendo el dispositivo un órgano de retorno elástico (40) que solicita el piñón de avance (15) en un primer sentido axial, contrario al sentido de avance (A) del husillo (3), estando el dispositivo caracterizado porque comprende un primer rodamiento (50) que comprende unos órganos de rodamiento (51) que ruedan sobre una superficie de rodamiento ondulada con una componente axial, de modo que solicita de manera periódica en desplazamiento el piñón de avance (15) en un segundo sentido opuesto al primero, de tal manera que la rotación del husillo (3) está acompañada por un movimiento de vibración axial.
- 10
- 15 2. Dispositivo según la reivindicación 1, comprendiendo el primer rodamiento (50) unos rodillos (51).
3. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 y 2, produciendo la superficie ondulada un número no entero de periodos de vibración por revolución del husillo (3) portaherramientas.
- 20 4. Dispositivo según la reivindicación 3, produciendo la superficie ondulada un número no racional de periodos de vibración por revolución del husillo portaherramientas (3).
- 25 5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el sistema de transmisión (5) un piñón de rotación (10) que sirve para el arrastre en rotación del husillo (3) portaherramientas, dispuesto en el bastidor (2) con una posibilidad de desplazamiento axial con relación al mismo.
- 30 6. Dispositivo según la reivindicación anterior, estando situado el piñón de rotación (10) entre el piñón de avance (15) y el primer rodamiento (50).
7. Dispositivo según la reivindicación 5 o 6, que comprende un segundo rodamiento (17) que se interpone entre el piñón de avance (15) y el piñón de rotación (10).
- 35 8. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, girando el piñón de avance (15) en el interior de un tercer rodamiento, en particular un rodamiento de agujas (98).
9. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el órgano de retorno elástico (40) una arandela que forma resorte, atravesada por el husillo (3) portaherramientas.
- 40 10. Dispositivo según la reivindicación anterior, descansando la arandela que forma resorte sobre un anillo radialmente interior de un cuarto rodamiento atravesado por el husillo (3) portaherramientas, en particular un rodamiento (99) de doble fila de bolas.
11. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo la superficie de rodamiento ondulada un número impar de ondulaciones.
- 45 12. Procedimiento para realizar un mecanizado axial en una pieza, en el que se utiliza un dispositivo (1) tal como se ha definido en cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
13. Procedimiento según la reivindicación 12, aplicado a unas operaciones de fresado o de avellanado.

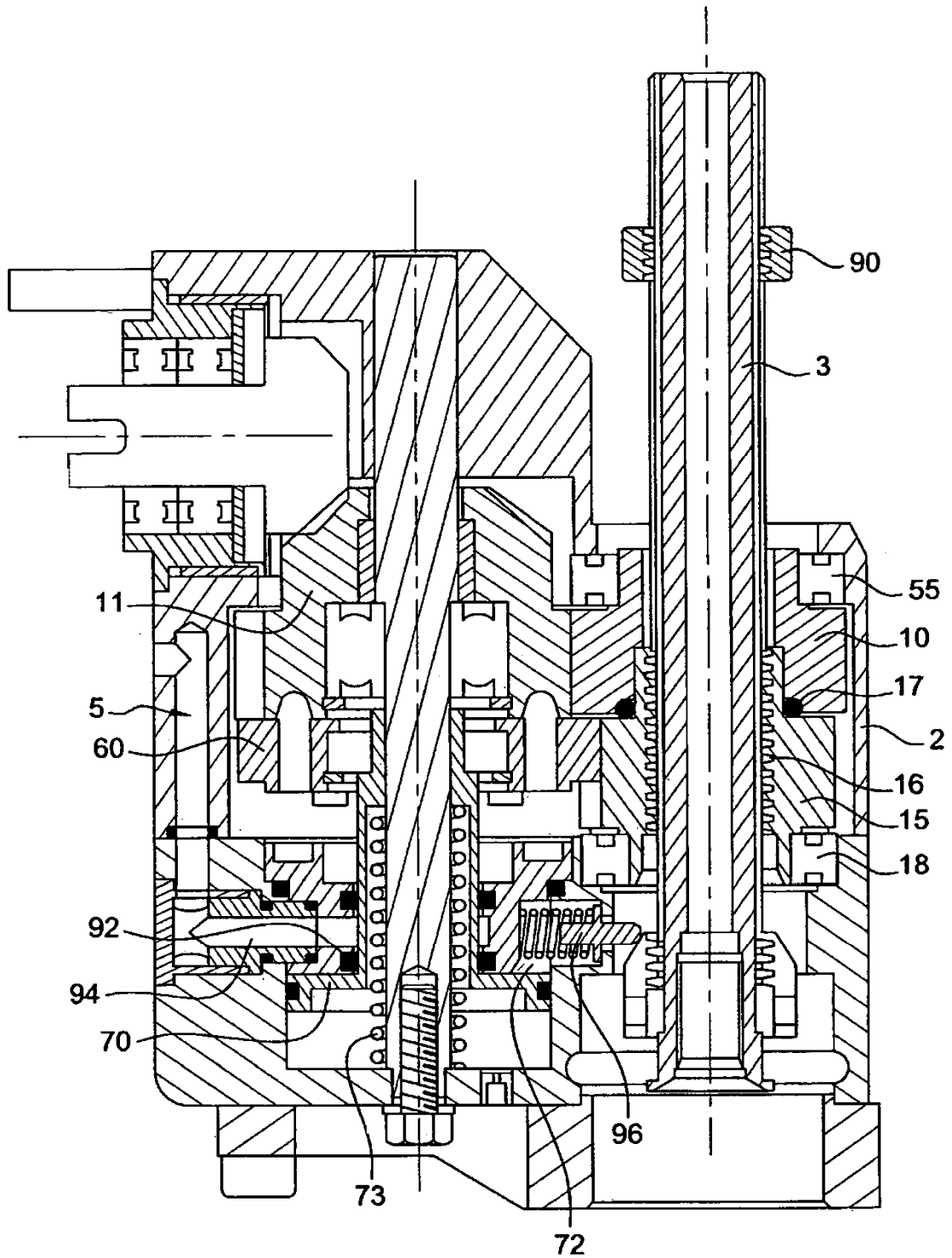


Fig. 1
ESTADO DE
LA TÉCNICA

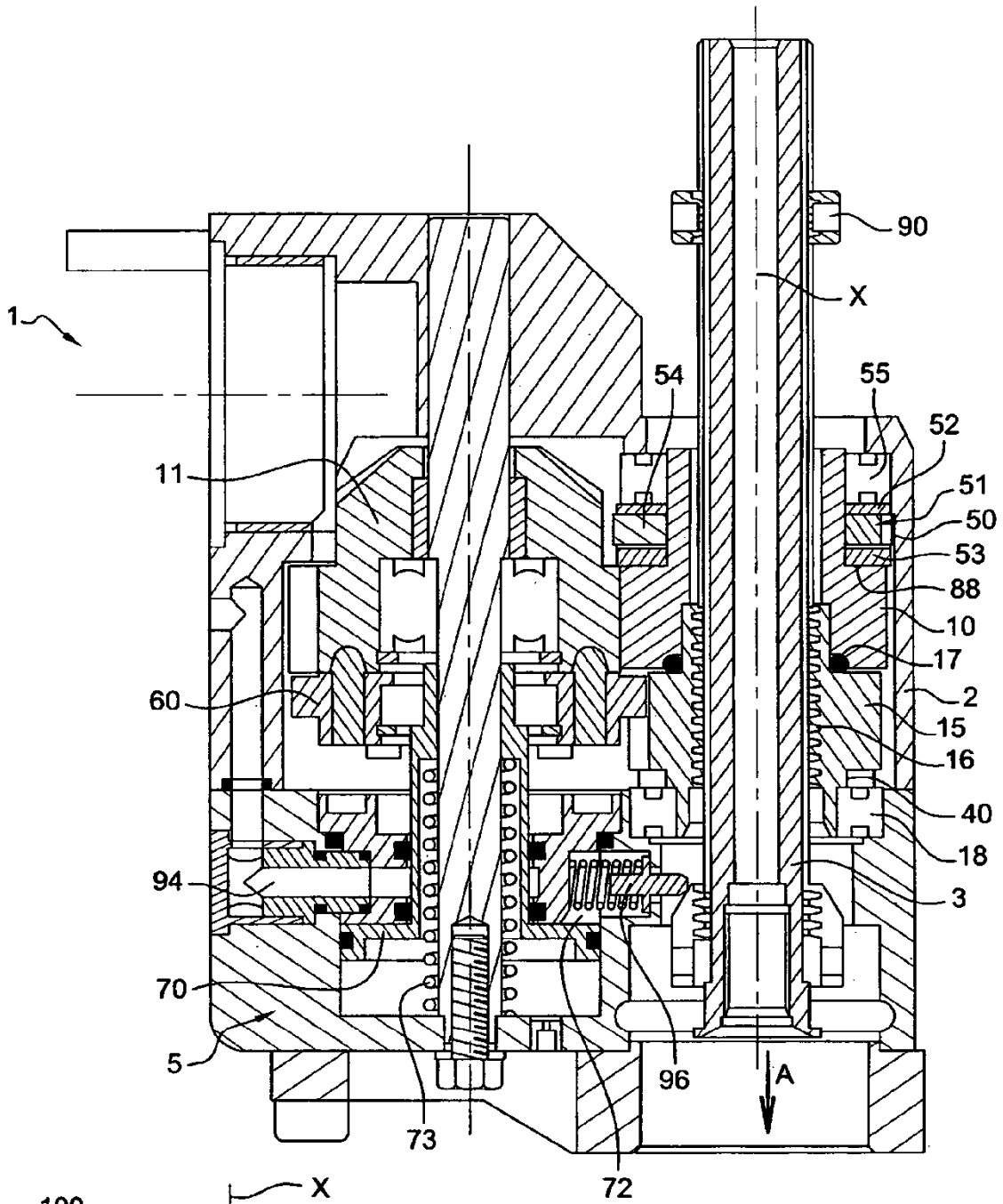


Fig. 2

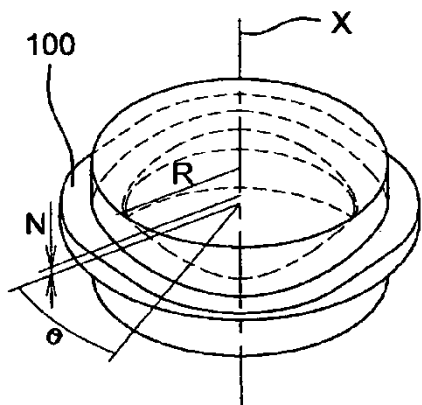


Fig. 4

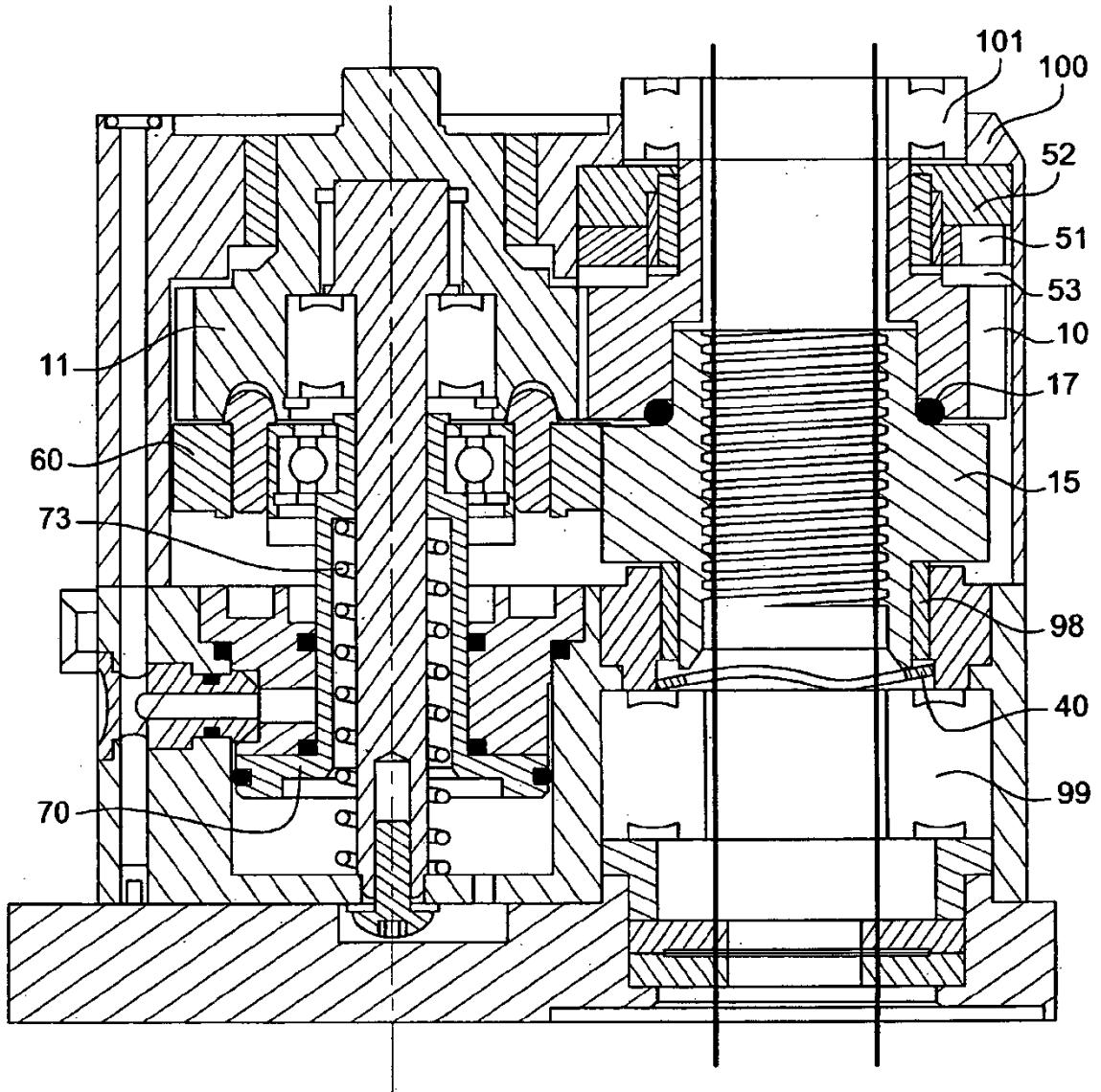


Fig. 3

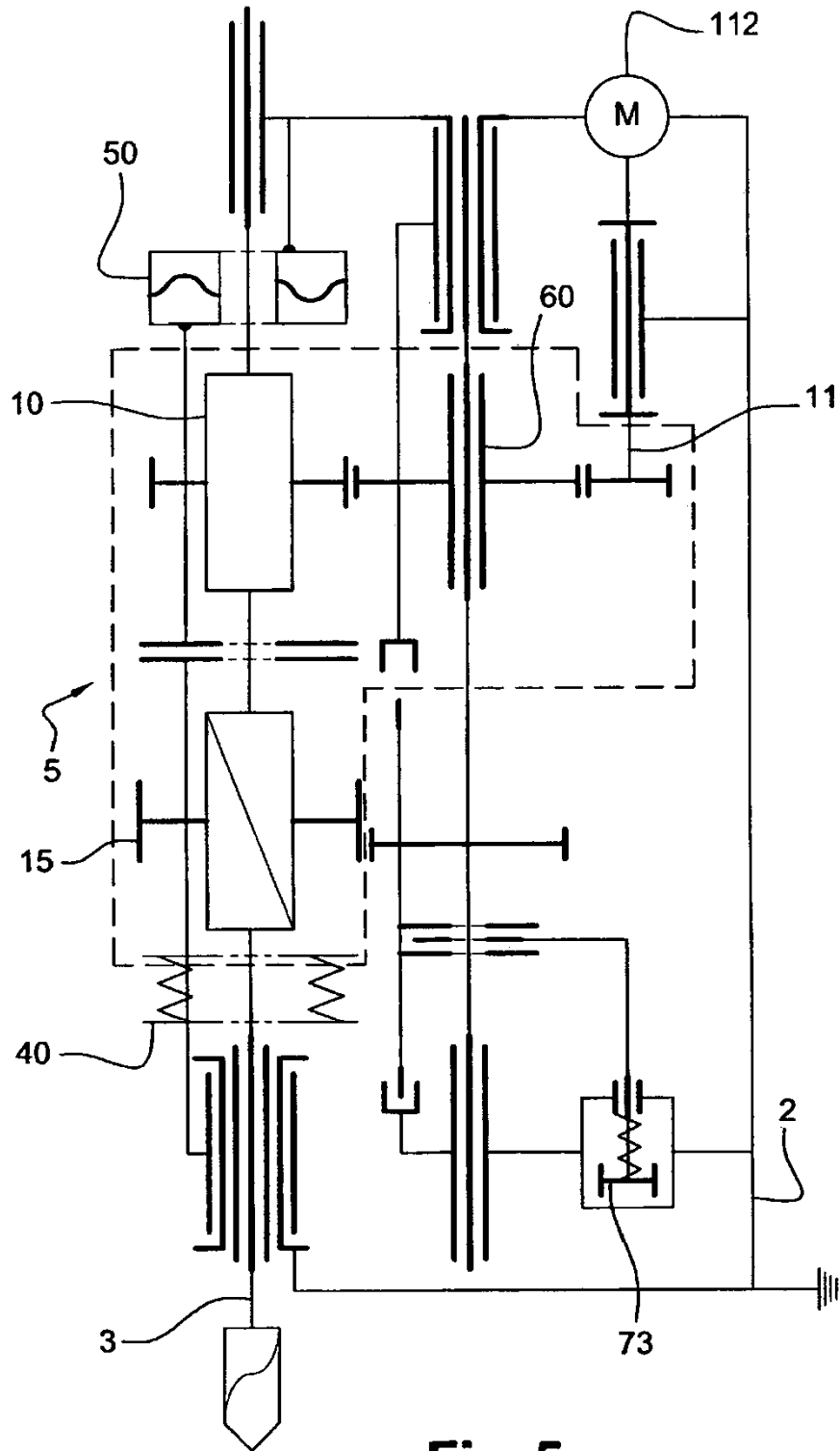


Fig. 5

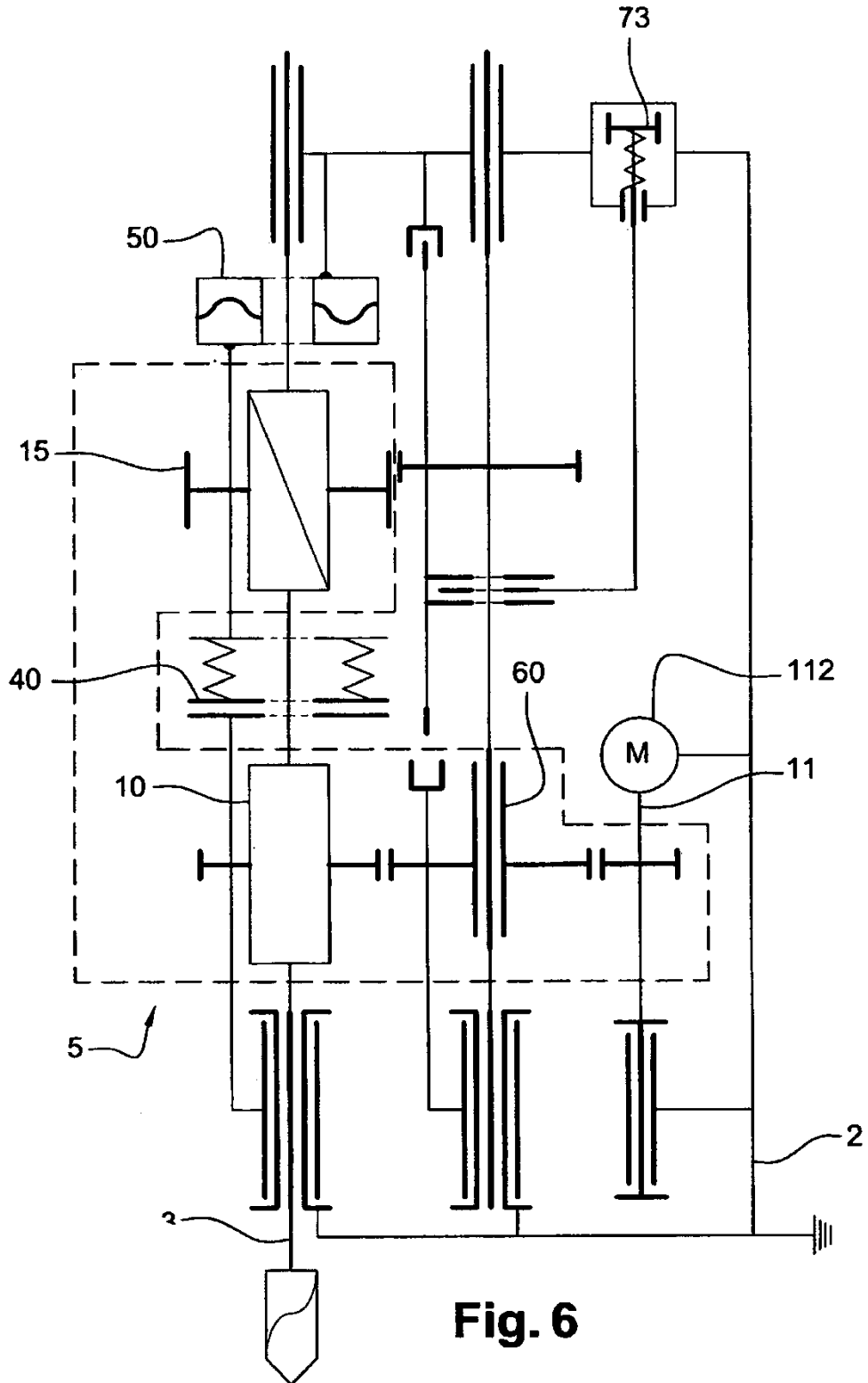


Fig. 6

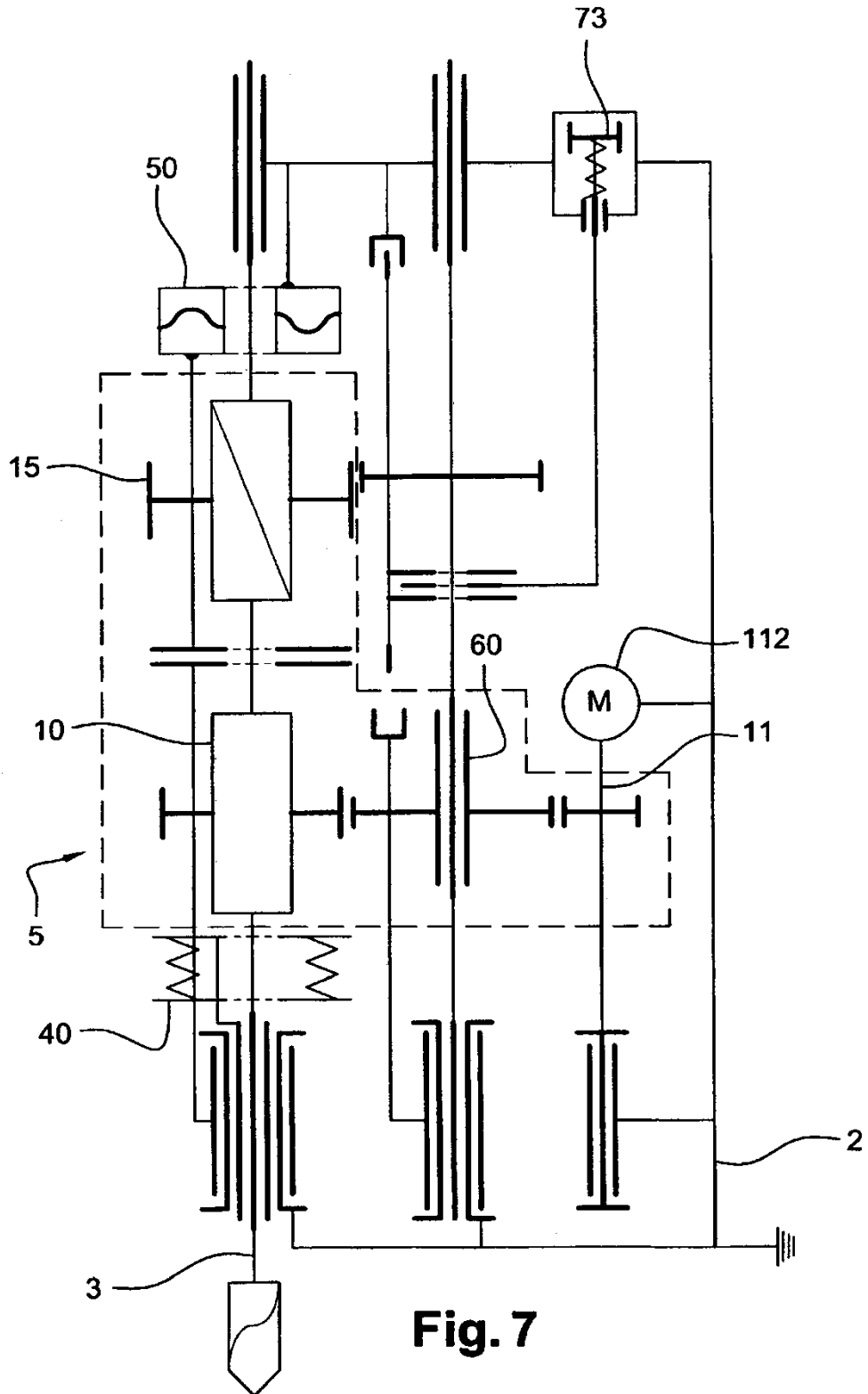


Fig. 7