

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 534 815**

51 Int. Cl.:

**B23Q 1/34** (2006.01)

**B23Q 1/36** (2006.01)

**B24B 5/42** (2006.01)

**B24B 19/12** (2006.01)

**B24B 41/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.03.2012 E 12709875 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2015 EP 2688710**

54 Título: **Instalación de máquina de rectificación con alojamiento pivotable de una unidad de husillo de rectificación y procedimiento para la articulación de una unidad de husillo de rectificación en una máquina de rectificación**

30 Prioridad:

**24.03.2011 DE 102011014987**

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

**28.04.2015**

73 Titular/es:

**ERWIN JUNKER MASCHINENFABRIK GMBH  
(100.0%)  
Junkerstrasse 2  
77787 Nordrach, DE**

72 Inventor/es:

**JUNKER, ERWIN**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 534 815 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

Instalación de máquina de rectificación con alojamiento pivotable de una unidad de husillo de rectificación y procedimiento para la articulación de una unidad de husillo de rectificación en una máquina de rectificación

5 La invención se refiere a un instalación de máquina de rectificación con una unidad de husillo de rectificación, que presenta un árbol de accionamiento accionado con motor, alojado en ella, y un disco abrasivo fijado en uno de sus extremos, y con un alojamiento pivotable de la unidad de husillo de rectificación en una pieza de alojamiento de la máquina de rectificación, en la que a través del alojamiento pivotable se regulan diferentes posiciones inclinadas del árbol de accionamiento frente a una recta de referencia, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

10 La invención se refiere también a un procedimiento para la articulación de una unidad de husillo de rectificación, que está conectada a través de al menos un eje de articulación con una pieza de alojamiento de una máquina de rectificación y presenta un árbol de accionamiento accionado con motor así como un disco abrasivo fijado en uno de sus extremos, con lo que durante la articulación se regulan diferentes posiciones inclinadas del árbol de accionamiento frente a una recta de referencia, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 15.

15 De acuerdo con el estado de la técnica, el alojamiento pivotable de tales unidades de husillo de rectificación que se encuentran en la máquina de rectificación consiste en que la unidad de husillo de rectificación es articulada junto con la pieza de alojamiento como un conjunto, es decir, con toda su carcasa y el motor de accionamiento respectivo, con motor alrededor de un eje de articulación frente a la máquina de rectificación restante. El eje de articulación está configurado en este caso como eje de articulación habitual en el sentido de la construcción de máquinas. Esto significa que el eje de articulación se puede configurar en cuanto a la estructura en concreto en forma de un árbol de soporte o puede estar definido geoméricamente con exactitud a través del eje medio de cojinetes, en los que está alojada toda la unidad de husillo de rectificación. A través de la articulación de la unidad de husillo de rectificación se puede ajustar su disco abrasivo en diferentes ángulos en la pieza de trabajo, y se pueden utilizar también diferentes discos abrasivos, cuando en una pieza de alojamiento pivotable de la máquina de rectificación están colocados varios discos abrasivos.

25 En la estructura conocida de las máquinas de rectificación universales redondas / no redondas se designa el eje de articulación de las unidades de husillo de rectificación pivotable en el lenguaje práctico muchas veces como eje-B. El eje-B está dirigido con preferencia perpendicular al eje de accionamiento de la unidad de husillo de rectificación y está también perpendicular al plano, que se da a través de los ejes de desplazamiento lineales posibles del disco abrasivo y/o de la pieza de trabajo, de manera que estos ejes de desplazamiento se designan en la práctica como eje-X y eje-Z. En los casos más ampliamente difundidos, el plano mencionado se extiende horizontalmente, de manera que el eje-B está dirigido verticalmente. De acuerdo con el estado de la técnica, para la articulación de la unidad de husillo de rectificación es habitual un servo motor, cuyo control está incorporado en la instalación de control y de regulación de toda la máquina de rectificación. Un ejemplo del estado de la técnica descrito aquí se muestra en el documento DE 102 35 808 A1.

35 Con estas instalaciones conocidas para la articulación de unidades de husillo de rectificación se pueden realizar recorridos de articulación grandes y se pueden solucionar numerosos cometidos técnicos de rectificación con gran exactitud. Por medio del control numérico-CNC se puede modificar constantemente, por ejemplo, la posición inclinada del disco abrasivo en el funcionamiento continuo, realizando al mismo tiempo también un movimiento en una o varias direcciones lineales del movimiento. De esta manera, se pueden fabricar contornos arqueados complejos y/o contornos que se extienden inclinados con gran exactitud y alta calidad de la superficie. Pero existen casos límites, en los que las máquinas rectificadoras con las unidades de husillos de rectificación pivotables de manera habitual no conducen ya a resultados satisfactorios.

45 Un caso límite de este tipo es la rectificación de lugares de cojinetes que se encuentran en árboles, que deben obtener un llamado contorno, que se desvía de la forma cilíndrica. Este contorno puede consistir en un contorno abombado ligeramente arqueado hacia fuera, el llamado "Ballus" en el lenguaje práctico. En los cojinetes de árboles de cigüeñal, por ejemplo, la desviación de la forma cilíndrica hacia fuera está en un intervalo de 0 a 5  $\mu\text{m}$ . En otros árboles como por ejemplo árboles de levas se pueden solicitar también lugares de cojinetes cónicos o levas, es decir, el contorno de un cono, lo mismo que el contorno de un cono doble con un máximo en el centro axial. Tales contornos se pueden generar económicamente sobre todo con discos abrasivos colocados inclinados.

50 Con frecuencia debe realizarse en las piezas de trabajo a rectificar una corrección cilíndrica, porque existen errores de fijación. Este problema se plantea especialmente en árboles de cigüeñal grandes, que son estructuras relativamente blandas y en los que a pesar de todo el cuidado después de la fijación para la rectificación no todos los cojinetes principales se extienden exactamente alineados con respecto al eje longitudinal decisivo del árbol de cigüeñal. Tales errores deben subsanarse durante la rectificación a través de una desviación de corrección controlada voluntariamente respecto de la posición básica. En estos y similares casos de aplicación se requiere que el eje longitudinal y el eje de rotación del disco abrasivo sean pivotados con mucha exactitud alrededor de un ángulo muy pequeño frente a las rectas de referencia. La recta de referencia es a este respecto en el caso normal el eje

longitudinal y el eje de rotación del disco abrasivo, cuando éste se extiende exactamente paralelo a la línea media de una pieza de trabajo giratoria a rectificar.

Otro caso, en el que es necesaria una inclinación del disco abrasivo alrededor de un ángulo pequeño, pero que debe ajustarse con exactitud frente a la pieza de trabajo, se refiere a una rectificación redonda exterior de piezas de trabajos simétricas rotatorias, de manera que un disco abrasivo rectificado cilíndrico está guiado con un ángulo de afilado reducir contra la superficie a rectificar de la pieza de trabajo y el disco abrasivo que se apoya en el lado frontal en la pieza de trabajo contacta con la superficie rectificada acabada de la pieza de trabajo solamente de forma puntual, ver el documento DE 34 35 313 C2. Este procedimiento de rectificación conocido en la designación comercial como "Quickpoint" posibilita tiempos de rectificación cortos en combinación con desarrollo reducido de calor y número de revoluciones alto de la pieza de trabajo. Una regulación fiable del ángulo de afilado propiamente dicho en una zona de articulación reducida puede ser ventajosa cuando deben solucionarse diferentes cometidos de rectificación o una máquina de rectificación existente no debe trabajar de forma duradera de acuerdo con este procedimiento.

En todos estos casos de aplicación indicados aquí los alojamientos pivotables de los husillos de rectificación, es decir, las unidades de husillos de rectificación habituales desplazables con motor alcanzan sus límites. El motivo de ello consiste en que estas unidades de husillos de rectificación debido a la exactitud de rectificación necesaria deben realizarse relativamente macizas también debido a la instalación de articulación necesaria con cojinetes y accionamientos. El movimiento de estas masas grandes requiere de nuevo accionamientos grandes, de manera que la inercia de masas reduce, en general, la velocidad de desplazamiento y la exactitud de regulación. El alojamiento normal de las unidades de husillo de rectificación, que es suficiente para las vías de articulación grandes durante el movimiento pivotable alrededor del eje-B, no es suficiente ya para la regulación fina en los casos mencionados anteriormente. Se requiere un eje-B de alta exactitud, que debe funcionar libre de juego y sin fricción. Un principio para la mejora podría consistir en configurar hidrostáticamente el alojamiento de articulación de las unidades de husillos de rectificación alrededor del eje-B. Pero esta solución sería muy cara y podría conducir a máquinas de rectificación complicadas de operar.

El documento WO 2008/075020 A1 contiene una propuesta sobre cómo se puede desplazar en el funcionamiento un disco abrasivo estrecho de contorno circunferencial de forma circular, de manera que su superficie circunferencial provista con una guarnición de rectificación se ajusta bajo diferentes ángulos a la pieza de trabajo a rectificar, aunque se modifique la posición del eje de rotación y del eje de accionamiento del disco abrasivo. Con esta finalidad, la zona próxima al centro de la pieza central de disco abrasivo en forma de disco está empotrada entre dos pestañas de fijación. De ésta la pestaña de fijación que se encuentra sobre uno de los lados de la pieza central del disco abrasivo tiene un diámetro mayor que la pestaña de fijación que se encuentra sobre el otro lado de la pieza central del disco abrasivo. La distribución de las masas giratorias es, por lo tanto, asimétrica. Cuando este disco abrasivo se desplaza en rotación, se deforma a medida que se incrementa el número de revoluciones de manera reproducible desde una placa de forma circular plana a la forma de un plato o de una fuente plana, de manera que la pestaña de fijación de diámetro mayor se encuentra en el interior sobre el fondo del plato. En virtud de esta conformación, el contorno circunferencial de forma circular del disco abrasivo adopta una posición inclinada; el tamaño del ángulo medido en un plano axial frente a la posición de partida cuando el disco abrasivo está fijo depende del número de revoluciones seleccionado en cada caso.

El disco abrasivo regulable de acuerdo con el documento WO 2008/075020 A1 posibilita rectificar solamente a través de la modificación del número de revoluciones con una guarnición de rectificación perfilada cóncava asientos de cojinetes arqueados hacia fuera, cuya extensión axial es más ancha que la de la guarnición de rectificación, sin que en este caso deba colocarse inclinado el árbol de accionamiento del disco abrasivo. De la misma manera se pueden rectificar también con una guarnición de rectificación, que tiene un perfil rectangular, levas configuradas de forma cónica desde la dirección inclinada alterna en un árbol de levas.

En la propuesta de acuerdo con el documento WO 2008/075020 A1 es un inconveniente que la relación entre la posición inclinada de la superficie circunferencial del disco abrasivo y el número de revoluciones depende de numerosos parámetros, de manera que para cada disco abrasivo debe crearse una curva característica propia. Además, la geometría de las piezas de rectificación influye en el número de revoluciones que debe ajustarse realmente en la zona de rectificación, de manera que un número de revoluciones modificado modifica involuntariamente la posición inclinada preseleccionada. En el caso de cargas desiguales, son inevitables, además, oscilaciones en el número de revoluciones, lo que puede influir de manera desfavorable del mismo modo en el resultado de la rectificación. Además, podría ser un inconveniente que el número de revoluciones óptimo para la modificación de la forma de los discos abrasivos se desvíe con frecuencia de un número de revoluciones necesario para un resultado óptimo de la rectificación. Para hacer coincidir ambas cosas al menos aproximadamente, deberían realizarse modificaciones especiales selectivas en el cuerpo del disco abrasivo, con lo que en último término se necesita un número mayor de tipos de discos abrasivos.

Por lo tanto, la invención tiene el cometido de crear un dispositivo y un procedimiento del tipo mencionado, respectivamente, al principio, con los que se pueden colocar discos abrasivos inclinados con valores angulares

pequeños sin inercia y con alta velocidad, para conseguir de esta manera una rectificación fiable y económica y contornos inclinados de las piezas de trabajo.

5 Este objetivo se consigue con respecto al dispositivo con las características de acuerdo con la parte de caracterización de la reivindicación 1. Para el procedimiento se indica la solución en la parte de caracterización de la reivindicación 15.

10 La invención aprovecha el reconocimiento de que muchas piezas de trabajo, especialmente de materiales de acero y hierro, poseen propiedades elásticas flexibles en cierta extensión. Con una conformación correspondiente, se pueden configurar, por lo tanto, zonas de deformación elástica selectiva del material, que se pueden doblar como una articulación en la zona elástica y en el caso de descarga retroceder elásticamente de nuevo. De acuerdo con la invención, la unidad de husillo de rectificación está conectada a través de una zona de material configurada de esta manera con una pieza de alojamiento de la máquina de rectificación y soportada por ésta. Puesto que esta zona se encuentra cerca del disco abrasivo, está disponible sobre la longitud del árbol de accionamiento un brazo de palanca suficientemente largo, en cuyo extremo incide una unidad de regulación. Cuando ésta se activa y actúa con una fuerza de ajuste o de flexión sobre el brazo de palanca, la zona de deformación elástica selectiva del material cumple su función como articulación, y la unidad de husillo de rectificación es pivotada de forma ajustable con exactitud, con lo que el disco abrasivo se coloca inclinado frente a su posición de partida.

20 Los desarrollos ventajosos de la instalación de máquina de rectificación de acuerdo con la invención se indican en las reivindicaciones 2 a 14. Un primer desarrollo ventajoso de la instalación de máquina de rectificación de acuerdo con la invención consiste en que las zonas de deformación elástica selectiva del material presentan la función de un eje de articulación con dos aletas de bisagras que se conectan en éste a modo de una bisagra de película. En este caso, entonces la primera aleta de bisagra está conectada con la unidad de husillo de rectificación, mientras que la segunda aleta de bisagra está conectada con la pieza de alojada.

25 De esta manera aparece una articulación pivotable, que no requiere un cuerpo de eje propio, configurado separado y un cojinete. Las aletas de bisagra y el eje de articulación forman en la instalación de máquina de rectificación de acuerdo con la invención un componente de una sola pieza. Como está claro, tal articulación pivotable tiene ya desde el principio masas giratorias esencialmente más reducidas que las unidades de husillo de rectificación convencionales pivotables con motor, que sirven para la articulación alrededor del eje-B. El eje de articulación formado por la bisagra de película es rígido en su función de soporte y está libre de juego en su función de articulación. Durante el diseño interesa encontrar el camino medio correcto entre elasticidad y capacidad de soporte. En el caso de elasticidad alta, la bisagra de película es pivotable en una zona angular mayor. Pero con ello no debe sufrir la capacidad de soporte, sino que más bien la bisagra de película debe ser también suficientemente rígida. El camino medio correcto se puede calcular por medio de ensayos. El ángulo de regulación máximo posible se define, por lo demás, a través de los límites de elasticidad. En la práctica resultan en el contexto mostrado aquí ángulos de articulación entre 0 grados y 0,2 grados.

35 No es necesario un servo motor especial en la instalación de máquina de rectificación de acuerdo con la invención; es suficiente la unidad de regulación ya mencionada, que ejerce, por ejemplo, una acción de presión sobre la parte pivotable de la instalación. Puesto que alojamiento pivotable de acuerdo con la invención reacciona sin inercia y de manera fiable y, además, contiene exactamente una posición de articulación seleccionada una vez, se puede incorporar el mecanismo de regulación sin problemas en un control numérico-CNC. Por lo tanto, es posible modificar continuamente en la operación de rectificación en curso la posición inclinada de los discos abrasivos de acuerdo con el programa de rectificación seleccionado.

45 Una ventaja especial muestra la instalación de máquina de rectificación de acuerdo con la invención, cuando con discos abrasivos estrechos debe rectificarse en los cojinetes principales y en los cojinetes elevadores de árboles de cigüeñal un contorno abombado, el llamado "Ballus". En este caso, se utiliza un disco abrasivo estrecho de superficie abrasiva cóncava, de manera que la anchura axial del disco abrasivo es menor que la anchura del cojinete principal y/o del cojinete de elevación. Esta anchura del cojinete se define a través de las paredes del cigüeñal. En este caso es posible rectificar de manera abombada en dos pasadas con diferente posición inclinada del disco abrasivo toda la superficie del cojinete. Por lo tanto, se suprime la utilización problemática de un disco abrasivo moldeado, que tiene que extenderse sobre toda la anchura del cojinete, como ya se ha intentado también con discos abrasivos regulables en su anchura axial.

Además, en el procedimiento de acuerdo con la invención se pueden utilizar discos abrasivos de venta en el comercio, y el número de revoluciones de los discos abrasivos se puede seleccionar libremente sólo de acuerdo con puntos de vista técnicos de rectificación.

55 Las reivindicaciones 3 y 4 muestran posibilidades para configurar el eje de articulación formado por una bisagra de película de la instalación de máquina de rectificación desde el punto de vista estructural a través de la conformación en el lugar de la articulación. Otra posibilidad se muestra en la reivindicación 5, según la cual un material metálico se puede tratar por zonas metalúrgicamente de tal manera que en el caso de una articulación provoca funcionalmente

un eje de flexión.

La bisagra de película que forma el eje de articulación es, condicionada por el principio, un componente de una sola pieza. Por lo tanto, solamente desde el punto de vista de la función, la unidad de husillo de rectificación junto con su pieza de alojamiento podría formar una construcción de una sola pieza, siendo realizada la unión a través del eje de articulación. En la práctica, sin embargo, se prefiere una construcción de varias partes, lo que está justificado ya desde puntos de vista de la técnica de fabricación. Por lo tanto, de acuerdo con la reivindicación 6, se prescribe la disposición de un soporte de eje de articulación propio, que contiene el eje de articulación y se encuentra entre la pieza de alojamiento y la unidad de husillo de rectificación. El soporte del eje de articulación está conectado entonces tanto con la pieza de alojamiento como también con la unidad de husillo de rectificación, de manera que una de estas uniones se realiza en el caso particular también de nuevo de una sola pieza.

Las reivindicaciones 7 y 8 se refieren a un ejemplo de realización práctico. En este caso, está prevista una construcción especial de apoyo y de soporte, que se compone de una carcasa parcial y de un soporte del eje de articulación. La carcasa parcial está conectada de forma totalmente rígida con la pieza de alojamiento de la máquina de rectificación, pero el soporte del eje de articulación forma con estos dos solamente una pieza. En el soporte del eje de articulación está configurado un eje de articulación, que se compone en este caso de dos ejes de articulación separados que, partiendo desde la parte fija del soporte del eje de articulación, pasan a dos brazos de soporte móviles. A lo largo de los dos brazos de soporte se extiende la unidad de husillo de rectificación enroscada con ellos. En general, la construcción de apoyo y de soporte refuerza toda la disposición y conduce a que la unidad de husillo de rectificación pueda adoptar con gran exactitud de la posición sus diferentes posiciones de articulación.

Las reivindicaciones 9 a 11 se refieren a la configuración concreta de la unidad de regulación, que establece por medio de un bulón de presión móvil una distancia controlable entre la unidad de husillo de rectificación y la pieza de alojamiento o un componente intermedio conectado rigidamente con ésta. A través de la configuración de la unidad de regulación prescrita en particular en la reivindicación 11 se consigue mantener las irregularidades condicionadas por la fricción o por vibraciones alejadas del proceso de regulación. De esta manera, se realiza el movimiento del bulón de presión decisivo sobre el anillo exterior de un cojinete de agujas de tal manera que se evita un movimiento de deslizamiento entre el anillo exterior del cojinete de agujas y el bulón de presión. Además, a través de una disposición especial de muelles se consigue que el bulón de presión que provoca la regulación se mantenga apoyado constantemente libre de juego en el componente, en el que incide. Según que la posición de partida del bulón de presión sea el estado totalmente insertado o una posición media, con la unidad de regulación de acuerdo con la reivindicación 11 se consigue una articulación de la unidad de husillo de rectificación en una sola dirección o en dos direcciones opuestas.

De acuerdo con la reivindicación 12, la pieza de alojamiento, en la que está fijada de forma pivotable la instalación de máquina de rectificación de acuerdo con la invención, es un soporte de husillo de rectificación, que es móvil linealmente en al menos una dirección. De esta manera, al mismo tiempo, está comprendido también un carro cruzado móvil en dos direcciones perpendiculares entre sí. Esta disposición se contempla, por ejemplo, cuando de la manera ya descrita en los cojinetes principales y en los cojinetes de elevación de árboles de cigüeñal debe rectificarse un contorno determinado. En este caso, el soporte de husillo de rectificación debe desplazarse a lo largo del árbol de cigüeñal y a continuación debe ajustarse con el disco abrasivo colocado inclinado en el cojinete a rectificar.

La reivindicación 13 muestra, en cambio, la posibilidad de que la pieza de alojamiento propiamente dicha es ya una carcasa de articulación, que está dispuesta en el sentido del eje-B conocido de forma pivotable por sí misma sobre un soporte de husillo de rectificación desplazable linealmente como, por ejemplo, un carro cruzado. En este caso, se puede realizar en primer lugar una articulación sobre un recorrido de articulación grande por medio de la carcasa de articulación y a continuación se realiza todavía un ajuste de la corrección de la unidad de husillo de rectificación sobre las zonas de deformación elástica selectiva del material.

La reivindicación 15 se refiere a incorporar la articulación de la unidad de husillo de rectificación de acuerdo con la invención en el control numérico-CNC de la máquina de rectificación.

Con respecto al procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 16, se indica el desarrollo según el cual se combina una carcasa de articulación pivotable por sí con la articulación adicional selectiva de la unidad de husillo de rectificación, con lo que se superpone a los recorridos grandes de articulación de la carcasa de articulación los micro recorridos de articulación de la unidad de husillo de rectificación con relación a la carcasa de articulación.

A continuación se explica todavía en detalle la invención con la ayuda de ejemplos de realización, que se representan en los dibujos. Las figuras muestran lo siguiente:

La figura 1 muestra en el ejemplo de un árbol de cigüeñal, como es necesario en la práctica, regular el eje de rotación del disco abrasivo frente al eje longitudinal de la pieza de trabajo alrededor de un ángulo pequeño con máxima exactitud.

Las figuras 2a a 2c muestran ampliado el lugar de encaje que resulta según la figura 1 entre el disco abrasivo y la pieza de trabajo.

Las figuras 3a y 3b explican el principio básico de la invención con la ayuda de una representación esquemática con dos posiciones de articulación diferentes de la unidad de husillo de rectificación.

- 5 La figura 4 muestra en una representación esquemática, cómo se puede realizar la articulación de la unidad de husillo de rectificación de la invención adicionalmente a la articulación de acuerdo con el estado de la técnica.

La figura 5 muestra una vista desde arriba sobre una forma de realización práctica de una instalación de máquina de rectificación de acuerdo con la invención.

La figura 6 muestra una sección parcial vertical similar a la línea A-B en la figura 5.

- 10 La figura 7 muestra una representación espacial del soporte de fijación mostrado en las figuras 5 y 6 para la unidad de husillo de rectificación.

La figura 8 muestra la función de la instalación de rectificación en una sección longitudinal vertical, que corresponde a una sección ampliada de acuerdo con la línea C-D en la figura 6.

La figura 9 muestra un detalle de la unidad de regulación que corresponde a la sección E-F en la figura 8.

- 15 En la figura 1 se representa como pieza de trabajo el árbol de cigüeñal 1 de un motor de combustión interna de seis cilindros, que está empotrado para la rectificación entre un soporte de husillo de pieza de trabajo 2 y un contrapunto 3. Ambos soportes de husillo 2, 3 tienen mandriles de fijación 4 con mordazas de fijación de compensación y puntas; el árbol de cigüeñal 1 está accionado de esta manera para rotación alrededor de eje longitudinal 5 que se extiende a través del cojinete principal 6. El árbol de cigüeñal 1 tiene siete cojinetes principales 6 y seis cojinetes de elevación 7; dos de los cojinetes principales 6 están apoyados en este caso sobre lunetas 8. Los cojinetes principales y los cojinetes de elevación 6, 7 están unidos entre sí por medio de las paredes del cigüeñal 9. Extendiéndose a lo largo del árbol del cigüeñal 1 está dispuesta una unidad de husillo de rectificación 10, de la que solamente se representa en la figura 1 la zona extrema que se encuentra sobre el lado del disco abrasivo 11. Con 12 se designa el eje de rotación del disco abrasivo 11, que resulta a partir del árbol de accionamiento, sobre el que está fijado el disco abrasivo 11.
- 20
- 25

- La posición básica durante la rectificación redonda de los cojinetes principales 6 y/o de los cojinetes de elevación 7 con un disco abrasivo 11 de contorno cilíndrico consiste en primer lugar en que el eje de rotación 12 del disco abrasivo 11 se extiende paralelamente al eje longitudinal 5 del árbol de cigüeñal. Esta posición del eje de rotación 12 según la figura 1 establece en este caso la recta de referencia indicada en el preámbulo de la reivindicación 1. La unidad de husillo de rectificación 10 se ajusta en este caso en la dirección perpendicularmente al eje longitudinal 5 del árbol de cigüeñal 1 a éste. De acuerdo con el ejercicio en la práctica operativa, esta dirección está designada con la doble flecha X. Además, el árbol de cigüeñal 1 y la unidad de husillo de rectificación se pueden desplazar en la dirección del eje-Z, es decir, perpendicularmente al eje-X, relativamente entre sí. Con los ejes X y Z se establece el plano de referencia horizontal mencionado al principio, como existe en las máquinas de rectificación universales redondas / no redondas habituales.
- 30
- 35

- No obstante, la rectificación en la posición básica mencionada anteriormente presupone que los cojinetes principales 6 y/o los cojinetes de elevación 7 deben obtener una corrección cilíndrica y están empotrados exactamente paralelos al eje. El concepto de "corrección cilíndrica" incluye también en este caso que el disco abrasivo puede ser cóncavo o convexo en su superficie circunferencial. Pero con frecuencia debe realizarse una corrección cilíndrica en las piezas de trabajo a rectificar, por ejemplo en virtud de errores de empotramiento. En el caso de árboles de cigüeñal se pretende, por ejemplo, un contorno arqueado hacia fuera, es decir, una superficie circunferencial abombada, cuya desviación desde la superficie cilíndrica hacia fuera está normalmente en una zona muy reducida de hasta 5 µm. En otras piezas de trabajo como por ejemplo árboles de levas se pueden consultar también lugares de cojinetes cónicos o levas, es decir, el contorno de un cono, lo mismo que el contorno de un cono doble con un máximo en el centro axial.
- 40
- 45

- Especialmente en el caso de árboles de cigüeñal grandes se plantea otro problema: estos árboles de cigüeñal con estructuras relativamente blandas y a pesar de todo el cuidado durante la rectificación no son alojados de tal manera que los ejes medios de los elementos de fijación y de apoyo de todos los cojinetes principales 2 se extienden exactamente alineados con respecto al eje longitudinal 5 del árbol de cigüeñal 1. Durante la rectificación en la posición básica resultan de esta manera desviaciones del contorno deseado, que se quisieran contrarrestar durante la rectificación a través de una desviación de la corrección controlada voluntariamente desde la posición básica.
- 50

Para que se consigan estos objetivos, la unidad de husillo de rectificación 10 de acuerdo con la invención recibe un alojamiento pivotable 13, que se basa en zonas de deformación elástica selectiva del material y posibilita una posición inclinada reducida, pero regulable con exactitud al menos de aquella parte de la unidad de husillo de

rectificación, que contiene el árbol de accionamiento accionado con motor con el disco de rectificación 11. Las líneas de trazos 10a y 11a indican la medida de la posición inclinada pretendida, es decir, la zona de articulación. Adicionalmente, la figura 2a muestra las relaciones en un disco abrasivo 11 en la posición básica. En cambio, de acuerdo con las figuras 2b y 2c, se puede conseguir un contorno marcadamente arqueado (abombado) hacia fuera con un disco abrasivo estrecho 11, cuando éste se ajusta (pivota) inclinado hacia ambos lados. En este caso, el disco abrasivo está realizado más estrecho que el lugar de cojinete a rectificar.

La superficie circunferencial de los discos abrasivos 11 provista con la guarnición de rectificación en las figuras 2b y 2c es cóncava, es decir, está arqueada hacia dentro, como es necesario en la rectificación de forma. El disco abrasivo 11 es esencialmente más estrecho que la anchura de cojinete B, es decir, la distancia entre las paredes de cigüeñal 9 del árbol de cigüeñal 1. Pero a través de la posición inclinada reducida de los discos abrasivos 11 se consigue fabricar la superficie de cojinete arqueada de los cojinetes principales o de los cojinetes de elevación, en el lenguaje técnico el llamado "Ballus" con exactitud óptima. El disco abrasivo 11 es desplazado en vaivén a tal bien bajo control numérico-CNC en la dirección del eje-X y del eje-Z y al mismo tiempo es pivotado en el alojamiento pivotable 13. Además, el modo de proceder que se deduce a partir de las figuras 2b y 2c ofrece la ventaja adicional de que los lugares de cojinete de diferente anchura de un árbol de cigüeñal 1 deben rectificarse abombados; entonces es suficiente un único tipo de disco abrasivo con una anchura determinada. Pero también es posible que el lugar del cojinete abombado sea rectificado en dos pasadas separadas con la articulación del disco abrasivo. Durante la rectificación de forma habitual sería necesario en este caso para cada anchura de cojinete B otro disco abrasivo con anchura adaptada.

Con la ayuda de las figuras 3a, 3b y 4 se explica el principio de la instalación de regulación de acuerdo con la invención, que sirve de base para el procedimiento de acuerdo con la invención. En las figuras 3a y 3b se designa con el número de referencia 21 una pieza de alojamiento, que pertenece a la máquina de rectificación, que está equipada con la instalación de acuerdo con la invención. En la pieza de alojamiento 21 se puede tratar, por ejemplo, de un soporte de husillo de rectificación, que se ajusta en la dirección perpendicularmente al eje longitudinal 22 de la pieza de trabajo (no representada), es decir, en la dirección del llamado eje-X, linealmente a la pieza de trabajo. Además, la capacidad de desplazamiento lineal opuesto de la pieza de alojamiento 21 se encuentra en la dirección paralela al eje longitudinal 22 de la pieza de trabajo, es decir, en el llamado eje-Z.

Con la pieza de alojamiento 21 está conectado un soporte de eje de articulación 23. Tiene la forma de una placa de una sola pieza, que está dividida, sin embargo, por medio de una deformación elástica selectiva del material en dos zonas. En el presente ejemplo, el soporte de eje de articulación 23 en forma de placa está constituido de un material metálico, y la zona de deformación elástica selectiva de material se consigue a través de una entalladura de la sección transversal de la placa. La entalladura se realiza a través de dos ranuras de debilitamiento que se extienden paralelas entre sí, que se extienden perpendicularmente al plano de referencia horizontal formado por el eje-X y el eje-Z, como se puede reconocer en las figuras 3a y 3b. De esta manera resulta una articulación o un eje de articulación 26 que se extiende vertical a modo de una bisagra de película, y las dos zonas mencionadas de la unidad de articulación 13 reciben la función de aletas de bisagra 24 y 25.

La primera aleta de bisagra más corta 24 está unida fijamente con la pieza de alojamiento 21, como se indica a través de la línea media 32, que indica una unión atornillada múltiple estable. La segunda aleta de bisagra más larga 25, en cambio, está conectada fijamente con la unidad de husillo de rectificación 27. La unión única entre la unidad de husillo de rectificación 27 y la pieza de alojamiento 21 es, por lo tanto, el puente de material, que forma la articulación o el eje de articulación 26, y es el componente de una sola pieza propiamente dicho del soporte de eje de articulación 23. El eje de articulación 26 configurado como bisagra de película debe ser, por una parte, tan elástico que se dobla hacia fuera en la zona elástica y se recupera elásticamente. Por otra parte, debe ser tan estable que pueda soportar la unidad de husillo de rectificación 27 y puede absorber las fuerzas resultantes a partir de la mecanización de rectificación.

La unidad de husillo de rectificación 27 comprende una carcasa 28, que recibe un motor de accionamiento indicado con 29, que puede ser un motor de alta frecuencia y que desplaza el árbol de accionamiento 30 alojado de la misma manera en la carcasa 28 en rotación alrededor de su eje de rotación 30a. La dirección del eje de rotación 30a se extiende de acuerdo con la figura 3a paralelamente al eje longitudinal 22 de la pieza de trabajo (no representada). El eje de rotación 30a forma de esta manera la recta de referencia para la articulación siguiente de la unidad de husillo de rectificación 27. En el árbol de accionamiento 30, fuera de la carcasa 28 está fijado el disco abrasivo 31. En general, la unidad de husillo de rectificación 27 se extiende en la posición según la figura 3a paralelamente al soporte del eje de articulación 23 en forma de placa. En este caso, el disco abrasivo 31 se encuentra en uno de los extremos del soporte del eje de articulación 23 en la zona de la primera aleta de bisagra más corta 24.

En el extremo opuesto del soporte del eje de articulación 23 y, por lo tanto, también en la zona extrema de la unidad de husillo de rectificación 27 que está alejada del disco abrasivo 31, está fijada una unidad de regulación 33. ésta está conectada fijamente con la segunda aleta de bisagra 25 y tiene como elemento de activación un bulón de presión 34, que engancha a través de un orificio 35 en la segunda aleta de bisagra 25. Durante el accionamiento y activación de la unidad de regulación 33, el bulón de presión 34 avanza hacia fuera y se apoya en la superficie

frontal de la pieza de alojamiento 21. Por consiguiente, la segunda aleta de bisagra 25 es pivotada alrededor del eje de articulación vertical 26 en el sentido de un giro a la derecha (flecha de giro 36). La unidad de husillo de rectificación 27 y son ella el disco abrasivo 31 son llevados de esta manera a una posición inclinada ligera, pero regulable con exactitud, ver a este respecto el ángulo de articulación 37 según la figura 3b.

5 Entre el eje de articulación 26 y la línea de actuación del bulón de presión 34 existe una distancia longitudinal L considerable. De esta manera, la fuerza de regulación de la unidad de regulación 33 experimenta un refuerzo considerable para la articulación de la unidad de husillo de rectificación 27. Con 38 se indica en la configuración de un muelle de tracción una instalación, a través de la cual se mantiene constantemente con fuerza de tensión previa predeterminada el contacto entre el bulón de presión 34 y la pieza de alojamiento 21. De esta manera se excluye  
10 una elevación temporal del bulón de presión 34 a través de fenómenos de oscilación, que conducirían a un desplazamiento inexacto.

No es necesario que el soporte de articulación 23 con el eje de articulación 26 tenga que ser un componente propio, como se representa en las figuras 3a y 3b. Como se muestra en la figura 4, la unidad de articulación 23 puede ser también componente de una sola pieza de la carcasa 28. Solamente es decisiva la configuración de una bisagra de película, con la que se forma el eje de articulación 26. De la misma manera, en las figuras 3a y 3b, también la primera aleta de bisagra más corta puede ser un componente de una sola pieza de la pieza de alojamiento 21, o la pieza de alojamiento 21 y la carcasa 28 del husillo de rectificación 27 pueden ser coherentes de una sola pieza a través del puente de material del eje de articulación 26. En la práctica, sin embargo, los aspectos técnicos de la fabricación y la precisión necesaria son decisivos para que se seleccione una construcción de varias partes.

20 Otra configuración se muestra en la figura 4. En este caso, la pieza de alojamiento está formada por una pieza de husillo de rectificación 39, que se desplaza sobre dos columnas de guía cilíndricas 40 linealmente en una dirección perpendicularmente al eje longitudinal 22 de la pieza de trabajo a rectificar. Para el accionamiento del soporte de husillo de rectificación 39 sirve un husillo roscado 41, que encaja en una tuerca dispuesta debajo del soporte de husillo de rectificación 39. La vía de transporte formada por las columnas de guía 40 se cierra en su extremo delantero por medio de una pieza de puente 44. Las columnas de guía 40 que se extienden horizontalmente y la pieza de puente 44 definen aquí un plano de referencia horizontal, como se define, en general, siempre a través del eje-X y el eje-Z. Perpendicularmente a este plano de referencia se extiende un eje vertical 42, que se forma por una construcción de cojinete y una construcción de soporte del soporte de husillo de rectificación 39. A través de esta construcción de cojinete y de soporte se soporta una carcasa de articulación 43, que es articulada con motor en un plano igualmente horizontal alrededor de este eje vertical 42. El eje vertical 42 es en el lenguaje usual de la práctica operativa el eje-B conocido. Vista desde arriba, la carcasa de articulación 43 tiene la forma de un círculo con un rectángulo inscrito. En la zona de este rectángulo inscrito, la unidad de articulación 23 está conectada fijamente con la carcasa de articulación 43.

35 A través del eje de articulación 26 configurado como bisagra de película, que forma un puente de material, el soporte del eje de articulación 23 soporta la unidad de husillo de rectificación 27. El soporte del eje de articulación 23 y la unidad de husillo de rectificación 27 están conectados entre sí en una sola pieza en este caso, pero de forma pivotable uno con respecto al otro. Pero las unidades pueden estar constituidas también de varias partes. En el caso de activación de la unidad de regulación 33, la unidad de husillo de rectificación 27 pivota frente a la carcasa de articulación 43 de nuevo de la manera que ya se ha descrito con la ayuda de las figuras 3a y 3b.

40 También el eje de articulación 26 se extiende en dirección vertical. La función de la instalación de máquina de rectificación según la figura 4 es comprensible sin más. A través de la articulación de la carcasa de articulación 43 alrededor del eje vertical 42 se realiza en primer lugar una regulación aproximada del disco abrasivo 31 frente a la pieza de trabajo. Durante la articulación de la carcasa de articulación 43 se arrastra también la unidad de husillo de rectificación 27, porque está conectada a través del eje de articulación 26 con la carcasa de articulación 43. A continuación se realiza una regulación fina, siendo activada la unidad de regulación 33. A continuación, la unidad de husillo de rectificación 27 pivota frente a la unidad de articulación 23 y a la carcasa de articulación 43. De esta manera, se realiza la posición inclinada reducida, pero regulable con exactitud ya mencionada del disco abrasivo 31 frente a la pieza de trabajo, para conseguir la exactitud de forma necesaria del lugar del cojinete.

50 La forma de realización de acuerdo con la figura 4 es conveniente cuando en una pieza de trabajo deben rectificarse diferentes superficies, que requieren una posición básica diferente de los discos abrasivos, siendo necesaria finalmente también una regulación final determinada, a cuyo fin es necesaria la articulación por medio de la unidad de regulación 33. Se da otra utilización del principio representado en la figura 4 cuando en una carcasa de articulación común están dispuestas dos o más unidades de husillo de rectificación. De esta manera se pueden emplear diferentes discos abrasivos sucesivamente.

55 En la forma de realización de acuerdo con las figuras 3a y 3b, la unidad de husillo de rectificación y, por lo tanto, también el árbol de accionamiento 30 del disco abrasivo 31 se extienden exactamente paralelos al soporte del eje de articulación 23 en forma de placa, cuando la unidad de regulación 33 no se activa, es decir, que el bulón de presión 34 está insertado. La unidad de articulación 23 se apoya entonces en la superficie frontal de la pieza de alojamiento

21. En esta forma de realización, la posición inclinada de la unidad de husillo de rectificación 27 y del disco abrasivo 31 se puede realizar solamente en una dirección, como se muestra en la figura 3b. En la forma de realización de la unidad de articulación 23 según la figura 4, en cambio, la regulación del soporte del eje de articulación 23 se puede realizar de tal manera que la posición paralela solamente tiene lugar a través de una extensión por secciones del bulón de presión 34. Cuando el bulón de presión 34 está totalmente insertado, resulta un ángulo agudo entre la carcasa 28 de la unidad de husillo de rectificación 27 y el soporte del eje de articulación 23, que está en contacto entonces en la zona de la unidad de regulación 33 con la carcasa 28. La posición paralela requeriría, por lo tanto, ya una tensión previa determinada del eje de articulación 26; a tal fin de acuerdo con la carrera del bulón de presión extendido 34 es posible una articulación de la unidad de husillo de rectificación 27 en dos direcciones diferentes, a saber, a partir de la posición paralela hacia fuera o hacia dentro.

La posición activa del bulón de presión 34 se puede modificar continuamente en el funcionamiento. Cuando la unidad de regulación 33 está insertada en el programa del control de la máquina, se pueden realizar de esta manera contornos rectificadas totalmente determinados en el ciclo programado, ver a este respecto las figuras 2b y 2c.

El ejemplo de realización práctico de acuerdo con la figura 5 muestra de nuevo dos columnas de guía 51, que están conectadas por piezas de puentes 53 y 54 y pertenecen a la máquina de rectificación, que está equipada con la unidad de husillo de rectificación. Las columnas de guía 51 y las piezas de puente 53, 54 forman el plano de referencia para las alineaciones axiales. En general, el plano de referencia se extenderá horizontalmente. Sobre las columnas de guía 51 se desliza el soporte de husillo de rectificación 56, ver a este respecto la sección vertical según la figura 6. El soporte de husillo de rectificación 56 recibe su accionamiento desde el husillo roscado 52, que se desplaza en rotación a través del servo motor 57. En la operación de rectificación, el servo motor 57 mueve el soporte de husillo de rectificación 58 bajo control numérico-CNC en la dirección del eje-X, es decir, perpendicularmente al eje longitudinal de la pieza de trabajo a rectificar, que no se representa en la figura 5.

Con el soporte de husillo de rectificación 56 está atornillada fijamente una construcción de soporte 58 (ver la figura 7), que recibe y rodea la unidad de husillo de rectificación 55. La construcción de apoyo y de soporte 58 está constituida por una carcasa parcial 59 y un soporte de eje de articulación 60. El desarrollo y los límites de la carcasa parcial 59 y el soporte de eje de articulación 60 solamente se mantienen separados con esfuerzo en las figuras 5 y 6; una impresión más clara transmite la representación espacial según la figura 7. Para una posibilidad de reconocimiento mejorada, se ha omitido la unidad de husillo de rectificación 55 en la figura 7. Además, en las figuras 5 a 7 todas las zonas individuales, que pertenecen a la carcasa parcial 59 o al soporte del eje de articulación 60, están designadas adicionalmente con las letras a, b, c, de donde resulta una cierta claridad. Es decisivo que la carcasa parcial 59 esté atornillada fijamente con el soporte de husillo de rectificación 45, mientras que el soporte de eje de articulación 60 solamente está atornillado en una primera zona parcial con la carcasa parcial 59 y el soporte de husillo de rectificación 56. Una segunda zona parcial del soporte de husillo de articulación 60 es pivotable frente a su primera zona parcial y, por lo tanto, también frente al soporte de husillo de rectificación 56; esta segunda zona parcial está atornillada fijamente con la unidad de husillo de rectificación 55.

El límite entre las dos zonas parciales del soporte de eje de articulación 60 está formado por las zonas de deformación elástica selectiva del material, que se forman aquí de nuevo por debilitamiento del material en forma de ranuras de debilitamiento. De esta manera aparecen en el material del soporte del eje de articulación 60 unos ejes de articulación superiores 61a y ejes de articulación inferiores 61b, que se pueden reconocer claramente en las figuras 5 a 7 y forman conjuntamente todo el eje de articulación geométrico 61. Las zonas individuales coherentes, designadas en las figuras 5 a 7 con 60a a 60f, del soporte de eje de articulación 60 forman una construcción de soporte separada, que es coherente solamente a través de los dos ejes de articulación 61a y 61b con la primera zona parcial y, por lo tanto, con la parte de la carcasa 59. Solamente con esta construcción de soporte pivotable está atornillada la unidad de husillo de rectificación 55 alojada en el interior de la construcción de apoyo y de soporte 58. La figura 7 muestra, entre otras cosas, claramente que partiendo desde los ejes de articulación 61, 61b están formados un brazo de soporte superior 60d, 60f y un brazo de soporte inferior 60c, 60e y porque estos brazos de soporte 60d, 60f o bien 60c, 60e están conectados en sus extremos a través de una pieza de puente 60a. En estos brazos de soporte, cuelga la unidad de husillo de rectificación 55 no representado en la figura 7. La unidad de husillo de rectificación 55 tiene también aquí la misma estructura que en los ejemplos de realización anteriores, es decir, una carcasa con un motor de accionamiento, un árbol de accionamiento y un disco de rectificación 62. Por lo tanto, en las figuras 5 y 6 solamente se representan el disco de rectificación 62 y sus ejes de rotación 63 y se proveen con signos de referencia.

Para la articulación de la unidad de husillo de rectificación 55 según el ejemplo de realización de acuerdo con las figuras 5 a 7 sirve una unidad de regulación 64, en la que se puede ver en las figuras 5 a 7 esencialmente sólo el servo motor 65 que se proyecta hacia arriba desde la construcción de apoyo y de soporte 58. La función de la unidad de regulación 64 se describe con la ayuda de las figuras 8 y 9. En este caso, la figura 8 es una representación ampliada y parcialmente en sección a lo largo de la línea C – D en la figura 6. De acuerdo con su cometido, la unidad de regulación 64 está dispuesta en la construcción de apoyo y de soporte 58 en el extremo opuesto al disco abrasivo 82 y en un lugar, en el que una zona 59e de la carcasa parcial 59, en general, rígida conectada fijamente con el soporte de husillo de rectificación 56 está opuesta a una zona individual 60a, alejada de

sus ejes de articulación 61a, 61b, de la zona parcial pivotable del soporte de eje de articulación 60. Exactamente este lugar se muestra en la figura 8, ver allí a la izquierda la zona fija 59e de la carcasa parcial 59 y a la derecha la zona individual móvil 60a del soporte de eje de articulación 60.

5 El mecanismo de regulación de la unidad de regulación 64 está alojado en una carcasa 65, que está conectada fijamente, por ejemplo atornillada, con la zona fija 59e. Con un eje longitudinal o eje de rotación 69 común, en la carcasa están ensambladas en dirección desde arriba hacia abajo las siguientes piezas funcionales: el servomotor 65 ya mencionado, un engranaje reductor 67, un acoplamiento 68 y un servo rotor 70, que comprende en dirección axial dos secciones exteriores centrales 70a y 70b así como una sección central excéntrica 71 que se encuentra entre éstas. En este caso, las secciones exteriores centrales 70a y 70b están alojadas en cojinetes de rodillos cónicos 72 y 73 presentados libres de juego, que son bien adecuados para la absorción de fuerzas mayores.

10 La sección media 71 del servo rotor 70 tiene, en efecto, de la misma manera una sección transversal circular; su eje medio está, sin embargo, excéntricamente con respecto al eje longitudinal y eje de rotación 69 común. Las dos secciones exteriores centrales 70a y 70b forman conjuntamente con la sección media 71 un cuerpo giratorio común, por lo que el servo rotor 70 puede estar fabricado de una sola pieza. El diámetro de la sección exterior central 70a, que se encuentra sobre el lado del acoplamiento 68, es menor que el diámetro de la sección exterior central extrema 70b. Lo mismo se aplica para los cojinetes de rodillos cónicos 72, 73 asociados a las secciones exteriores 70a, 70b.

15 Sobre la sección media 71 está dispuesto fijo contra giro 74 el anillo interior 74a, ver a este respecto también la figura 9. El anillo exterior 74b del cojinete de agujas 74 está en contacto con el primer lado frontal de un bulón de presión 75, que está guiado de forma desplazable longitudinalmente en un casquillo de guía 76 de la carcasa 65. El segundo lado frontal opuesto del bulón de guía 74 está en contacto permanente con la superficie frontal de un cuerpo de yunque 77, que está insertado en la zona individual móvil 60a del soporte de eje de articulación 60 y está fijado allí. El cuerpo de yunque 77 y el bulón de presión 74 están realizados y endurecidos de un material especialmente resistente, con lo que resisten la sollicitación constante durante la regulación de la unidad de husillo de rectificación 55. Puesto que el cuerpo de yunque 77 está insertado desde fuera en la zona individual 60a móvil del soporte de eje de articulación 60 y está fijado por medio de tornillos, se puede sustituir fácilmente en caso necesario. Con el número de referencia 78 se designa el fondo de la carcasa atornillado fijamente con la carcasa 66.

20 A ambos lados del cuerpo de yunque 77 está previsto en la zona individual 60a visible en la figura 6 del soporte de eje de articulación 60, respectivamente, una escotadura 79, cada una de las cuales recibe un paquete de platos de resorte 80. Los platos de resorte 80 son atravesados en el centro por anclajes de tracción 81, que están atornillados en la pared de la carcasa 66 y son pretensados a través de tuercas de fijación 82. Las dos unidades de platos de resorte 80, anclajes de tracción 81 y tuercas de fijación 82 forman una pareja de instalaciones de fijación, que mantienen el bulón de presión 75 constantemente apoyado en la zona parcial pivotable del soporte de eje de articulación 60. Unas caperuzas de protección 83 apoyadas desde el exterior cubren las instalaciones de fijación hacia fuera y de esta manera impiden una contaminación den la operación de rectificación.

35 La unidad de regulación 64 descrita trabaja de la siguiente manera: Cuando el servomotor 65 es activado y se pone en movimiento, acciona a través del engranaje reductor 67 y el acoplamiento 68 el servo rotor 70 para rotación con un par de torsión considerable. La sección media excéntrica 71 del servo rotor 70 debe girar junto con el anillo interior 74a colocado encima del cojinete de agujas 74 y de esta manera debe desplazar el anillo exterior 74b hacia fuera. El anillo exterior 74b desplaza, por lo tanto, el bulón de presión 75 en su casquillo de guía 76 en una dirección, que se extiende perpendicular, es decir, radialmente al eje longitudinal y eje de rotación 69, hacia fuera. El anillo exterior 74b del cojinete de agujas 74 experimenta en este caso solamente un movimiento de desplazamiento, sin girar. Esto significa que entre el anillo exterior 74b y el lado frontal del bulón de presión 75 no tiene lugar ningún movimiento transversal afectado con fricción. Esto conduce a una conversión muy exacta del movimiento giratorio del servo rotor 70 en un movimiento de ajuste lineal del bulón de presión 75. El bulón de presión 75 transmite el desplazamiento con gran exactitud sobre el cuerpo de yunque 77 y, por lo tanto, sobre la zona parcial pivotable del soporte de eje de articulación 60, en el que está fijada exclusivamente la unidad de husillo de rectificación 55. Hay que recordar de nuevo todavía que la designación de las "zonas individuales" 59a, b, c... y 60a, b, c solamente sirve para facilitar la comprensión de las figuras 5 a 7 algo confusas, pero que evidentemente la carcasa parcial 59 y el soporte de eje de articulación 60 forman conjuntamente la estructura unitaria de la construcción de apoyo y de soporte 58. Entonces es posible distinguir con respecto a la función solamente en el soporte de eje de articulación 60 entre una zona parcial fija, conectada con la carcasa parcial 59 y con el soporte de husillo de rectificación 56 y una segunda zona parcial pivotable frente a la primera zona parcial alrededor de los ejes de articulación 61a, 61b.

**Lista de signos de referencia**

Figura 1 a 2c:

- 55
- 1      Árbol de cigüeñal
  - 2      Soporte de husillo de pieza de trabajo
  - 3      Contrapunto

	4	Mandril de sujeción
	5	Eje longitudinal del árbol de cigüeñal
	6	Cojinete principal
	7	Cojinete de elevación
5	7	Luneta
	9	Gualdera del cigüeñal
	10	Unidad de husillo de rectificación
	10a	Zona de articulación de la unidad de husillo de rectificación
	11	Disco abrasivo
10	11a	Zona de articulación del disco abrasivo
	12	Eje de rotación
	13	Alojamiento pivotable
	B	Anchura del cojinete
15	Figuras 3a, 3b y 4	
	21	Pieza de alojamiento
	22	Eje longitudinal de una pieza de trabajo
	23	Soporte del eje de articulación
20	24	Primera aleta de bisagra
	25	Segunda aleta de bisagra
	26	Eje de articulación
	27	Unidad de husillo de rectificación
	28	Carcasa
25	29	Motor de accionamiento
	30	Árbol de accionamiento
	30a	Eje de rotación
	31	Disco abrasivo
	32	Unión atornillada múltiple
30	33	Unidad de regulación
	34	Bulón de presión
	35	Abertura
	36	Flecha de giro
	37	Ángulo de articulación
35	38	Muelle de tracción (instalación)
	39	Soporte de husillo de rectificación
	40	Columnas de guía
	41	Husillo roscado
	42	Eje vertical
40	43	Carcasa de articulación
	44	Pieza de puente
	L	Distancia longitudinal
	Figuras 5 a 9	
45	51	Columna de guía
	52	Husillo roscado
	53	Pieza de puente
	54	Pieza de puente
50	55	Unidad de husillo de rectificación
	56	Soporte de husillo de rectificación
	57	Servomotor
	58	Construcción de apoyo y soporte
	59	Carcasa parcial, zonas individuales 59a, b, c ,..., en este caso 60a pieza de puente; 60d, f brazo de soporte superior; 60c, e brazo de soporte inferior
55	60	Soporte de eje de articulación, zonas individuales 60a, b, c
	61	Eje de articulación geométrico total
	61a	Eje de articulación superior
	61b	Eje de articulación inferior
60	62	Disco abrasivo
	63	Eje de rotación del disco abrasivo
	64	Unidad de regulación
	65	Servomotor
	66	Carcasa de la unidad de regulación

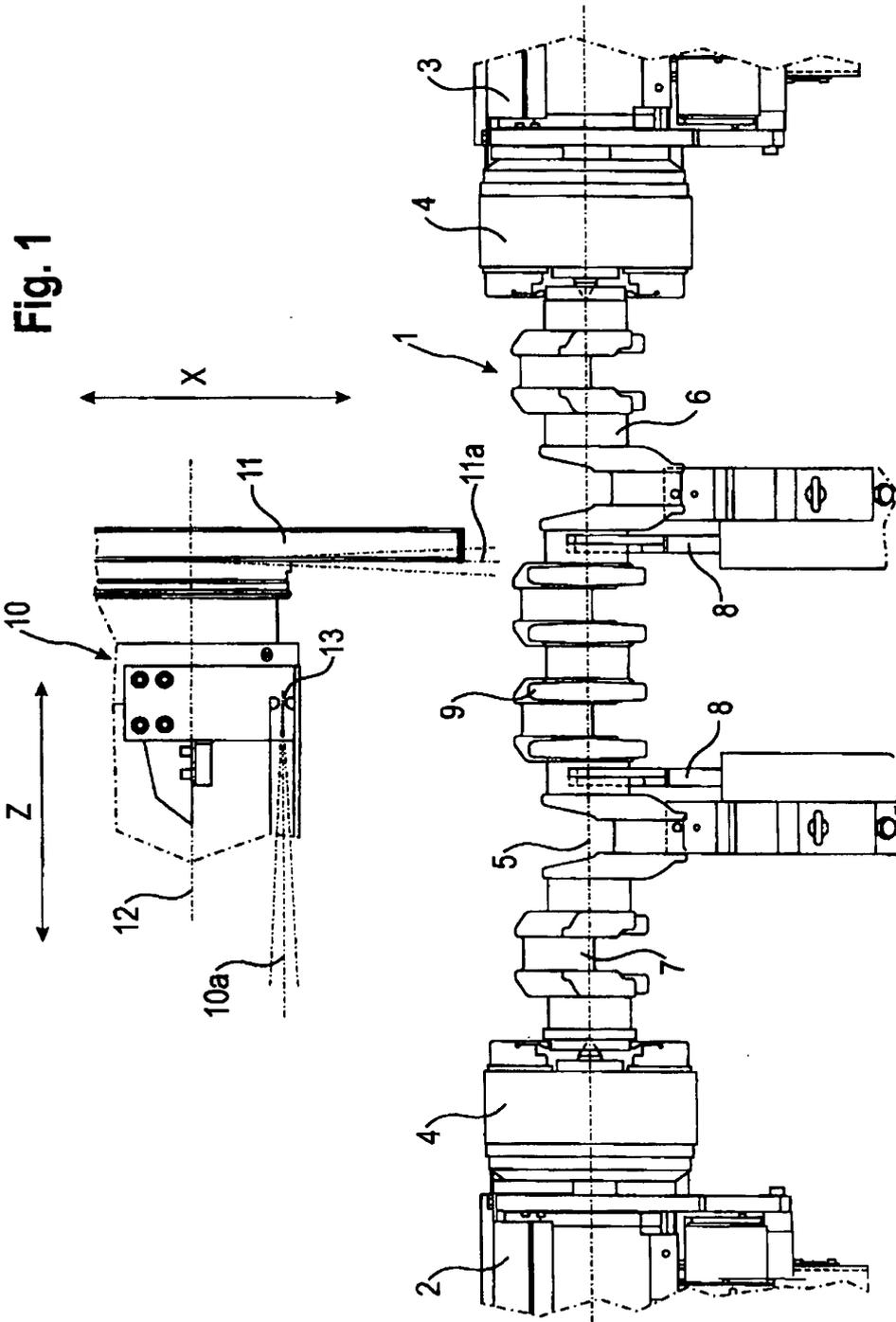
## ES 2 534 815 T3

	67	Engranaje reductor
	68	Acoplamiento
	69	Eje longitudinal y eje de rotación
	70	Rotor de ajuste
5	70a, b	Secciones exteriores del rotor de ajuste
	71	Sección media excéntrica del rotor de ajuste
	72	Cojinete de rodillos cónicos
	73	Cojinete de rodillos cónicos
	74	Cojinete de agujas
10	74a	Anillo interior
	74b	Anillo exterior
	75	Bulón de presión
	76	Casquillo de guía
	77	Cuerpo de yunque
15	78	Fondo de carcasa
	79	Escotadura
	80	Plato de resorte
	81	Anclaje de tracción
	82	Tuerca de fijación
20	83	Caperuza de protección

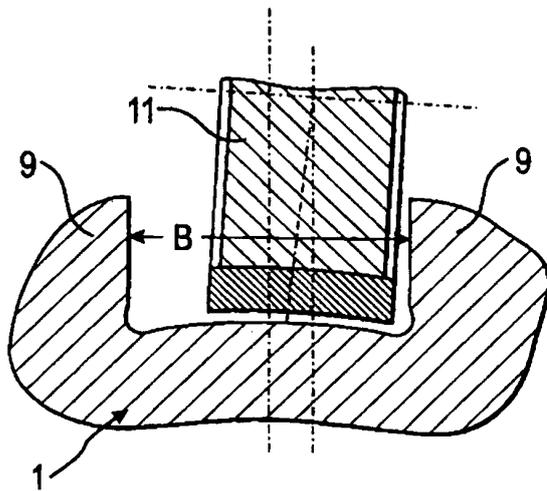
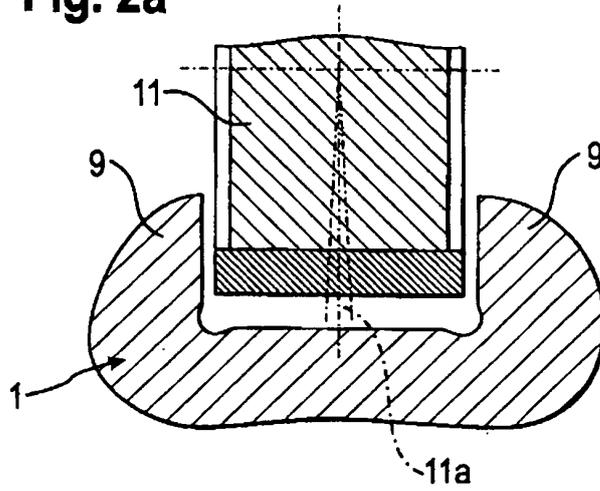
## REIVINDICACIONES

- 1.- Instalación de máquina de rectificación con una unidad de husillo de rectificación (10, 27, 55), que presenta un árbol de accionamiento (30) accionado con motor, alojado en ella, y un disco abrasivo (11, 31, 62) fijado en uno de sus extremos, y con un alojamiento pivotable de la unidad de husillo de rectificación (10, 27, 55) en una pieza de alojamiento (21) de la máquina de rectificación, en la que a través del alojamiento pivotable se regulan diferentes posiciones inclinadas del árbol de accionamiento (30) frente a una recta de referencia, **caracterizada** por las siguientes características:
- a) la unidad de husillo de rectificación (10, 27, 55) está conectada a través de zonas de conformación elástica selectiva del material con la pieza de alojamiento (21) y es soportada por ésta;
  - b) las zonas de conformación elástica selectiva del material se encuentran en la primera zona extrema, dirigida hacia disco abrasivo (11, 31, 62), del árbol de accionamiento (30);
  - c) en la segunda zona extrema del árbol de accionamiento (30), opuesta al disco abrasivo (11, 31, 62), se encuentra una unidad de regulación (33, 64), que durante su activación ejerce una fuerza de ajuste que actúa sobre la unidad de husillo de rectificación (10, 27, 55), que está dirigida transversalmente al eje longitudinal (30a, 63) del árbol de accionamiento (30) y controla su posición inclinada a través de las zonas de conformación elástica selectiva de material.
- 2.- Instalación de máquina de rectificación de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** que las zonas de conformación elástica selectiva del material presentan la función de un eje de articulación (26, 61a, 61b) con dos aletas de bisagra (24, 25) que se conectan en ésta modo de una bisagra de película, en la que la primera aleta de bisagra (24) lleva la unidad de husillo de rectificación (10, 27, 65) y la segunda aleta de bisagra (25) está conectada con la pieza de alojamiento (21).
- 3.- Instalación de máquina de rectificación de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizada** porque el eje de articulación /26, 61a, 61b) está configurado inherente a la construcción a través de una o varias zonas de debilitamiento o conformación selectivas localmente.
- 4.- Instalación de máquina de rectificación de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizada** porque el eje de articulación (26a, 61a, 61b) está fijado por medio de al menos una ranura longitudinal, que se extiende en el lugar de unión de la unidad de husillo de rectificación (10, 27, 55) y la pieza de alojamiento (21) a lo largo del eje de articulación (26a, 61a, 61b) y está recortada en el material del lugar de unión.
- 5.- Instalación de máquina de rectificación de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizada** porque las zonas de conformación elástica selectiva del material están constituidas por un material metálico y el eje de articulación está formado por un tratamiento local de la textura del material.
- 6.- Instalación de máquina de rectificación de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 2 a 5, **caracterizada** porque el eje de articulación (26a, 61a, 61b) está configurado en un soporte del eje de articulación (23, 60), que se encuentra entre la pieza de alojamiento (21) y la unidad de husillo de rectificación (27, 55) y está conectado con ambas.
- 7.- Instalación de máquina de rectificación de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizada** porque el soporte del eje de articulación (60) es componente de una construcción de apoyo y de soporte (58) que recibe y refuerza la unidad de husillo de rectificación (55).
- 8.- Instalación de máquina de rectificación de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizada** porque el soporte del eje de articulación (60) está conectado a través de una carcasa parcial (59) con la pieza de alojamiento de la máquina de rectificación y a través de dos brazos de soporte (60c, 60e; 60d, 60f) que se extienden paralelos está conectado con la unidad de husillo de rectificación (55), en la que los dos brazos de soporte (50c, 60e; 60d, 60f) se extienden a lo largo de la unidad de husillo de rectificación (55) y presenta por secciones, respectivamente, un eje de articulación (61a, 61b) para la formación de todo el eje de articulación (61).
- 9.- Instalación de máquina de rectificación de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada** porque la unidad de regulación (33, 64) es activa por medio de un bulón de presión móvil (34, 75), que en el estado activo a través de contacto mecánico establece una distancia controlable entre la unidad de husillo de rectificación (10, 27, 55) y la pieza de alojamiento (21) o un componente intermedio conectado rígidamente con ésta y de esta manera pivota la unidad de husillo de rectificación (10, 27, 55).
- 10.- Instalación de máquina de rectificación con las características de las reivindicaciones 6 a 9, **caracterizada** porque la unidad de regulación (64) está fijada en la carcasa parcial (59) y el bulón de presión móvil (75) se apoya en una pieza de puente (60a), que conecta los extremos pivotables de los dos brazos de soporte (60c, 60e; 60d, 60f) entre sí.

- 11.- Instalación de máquina de rectificación de acuerdo con la reivindicación 9 ó 10, **caracterizada** porque están previstas las siguientes características:
- 5 a) en una carcasa (86) de la unidad de regulación (33, 64) está alojado un rotor de ajuste (70), que experimenta, durante la activación a través de un servomotor (85), una regulación angular alrededor de su eje longitudinal y eje de rotación (69);
- b) el rotor de ajuste (70) presenta una sección central excéntrica (71), que lleva de forma fija contra giro el anillo interior (74a) de un cojinete de agujas (74);
- c) el anillo exterior (74b) del cojinete de agujas (74) está en contacto con el bulón de presión (75), que es deslizable en la dirección radial al eje longitudinal y eje de rotación (69) del rotor de ajuste (70);
- 10 d) la unidad de regulación (33, 64) está dispuesta en un lugar de la instalación de máquina de rectificación, en el que un primer componente, que es atribuible estáticamente a la pieza de alojamiento (21), está opuesto a un segundo componente móvil, en cambio, por medio del eje de articulación (26, 61), en la que la carcasa (66) de la unidad de regulación (33, 64) está conectada fijamente con uno de los componentes y el bulón de presión (75) está retenido por medio de muelles (38, 80) en apoyo constante libre de juego en el otro componente, respectivamente.
- 15 12.- Instalación de máquina de rectificación de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizada** porque la pieza de alojamiento (21) es un soporte de husillo de rectificación (56) móvil linealmente en una dirección.
- 20 13.- Instalación de máquina de rectificación de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizada** porque la pieza de alojamiento es una carcasa de articulación (43), que está dispuesta ella misma de forma pivotable alrededor de un eje de articulación (42) sobre un soporte de husillo de rectificación (39) móvil linealmente al menos en una dirección, en la que el eje de articulación (42) está dirigido perpendicularmente al plano del movimiento del soporte de husillo de rectificación (39), de tal manera que adicionalmente a la zona de articulación grande de la carcasa de articulación (43) se puede realizar una regulación de corrección sobre las zonas de conformación elástica selectiva del material.
- 25 14.- Instalación de máquina de rectificación de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizada** porque en una máquina de rectificación con control numérico-CNC se realiza la articulación de la unidad de husillo de rectificación (10, 27, 55) durante la rectificación y se incorpora en el control numérico-CNC.
- 30 15.- Procedimiento para la articulación de una unidad de husillo de rectificación (10, 27, 55), que está conectada a través de al menos un eje de articulación (26, 61a, 61b) con una pieza de alojamiento (21) de una máquina de rectificación y presenta un árbol de accionamiento (30) accionado con motor así como un disco abrasivo (11, 31, 62) fijado en uno de sus extremos, con lo que durante la articulación se regulan diferentes posiciones inclinadas del árbol de accionamiento frente a una recta de referencia, **caracterizado** porque la unión entre la unidad de husillo de rectificación (10, 27, 55) y la pieza de alojamiento (21) se establece a través de una zona de material de una sola pieza y porque el acoplamiento efectivo de una unidad de regulación (33, 64) en el sentido de la articulación permite a un eje de pivote (26, 61a, 61b) ser efectivo por medio de una zona de deformación elástica selectiva configurada en esta zona del material, cuyo eje de pivote posibilita un recorrido de articulación de algunos minutos de arco de una manera dimensionalmente rígida y libre de juego.
- 35 16.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15, **caracterizado** porque la unidad de husillo de rectificación (27) está articulada en una carcasa de articulación (43) que forma la pieza de alojamiento que, por su parte, es articulada con motor como un conjunto junto con la unidad de husillo de rectificación (27) alrededor de un eje de articulación (42) habitual en el sentido de la construcción de máquinas, en el que los ejes de articulación (26) de la unidad de husillo de rectificación (27) y de la carcasa de articulación (43) se extienden paralelos entre sí y los dos movimientos de articulación son controlados de manera independiente uno del otro, pero en relación funcional, de tal manera que a los recorridos grandes de articulación de la carcasa de articulación (43) se superponen los micro recorridos de articulación de la unidad de husillo de rectificación (27) con relación a la carcasa de articulación (43).
- 40
- 45

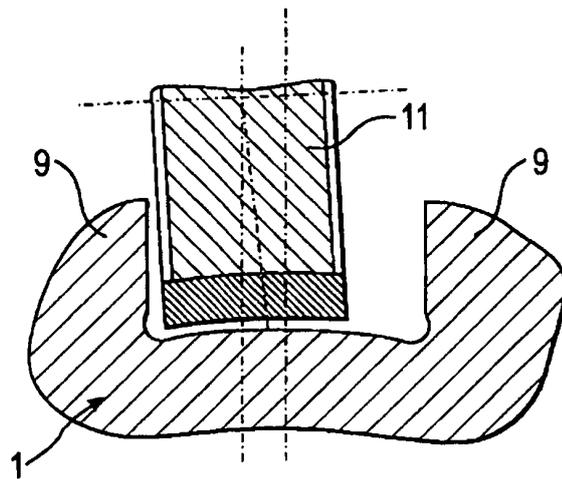


**Fig. 2a**



**Fig. 2b**

**Fig. 2c**



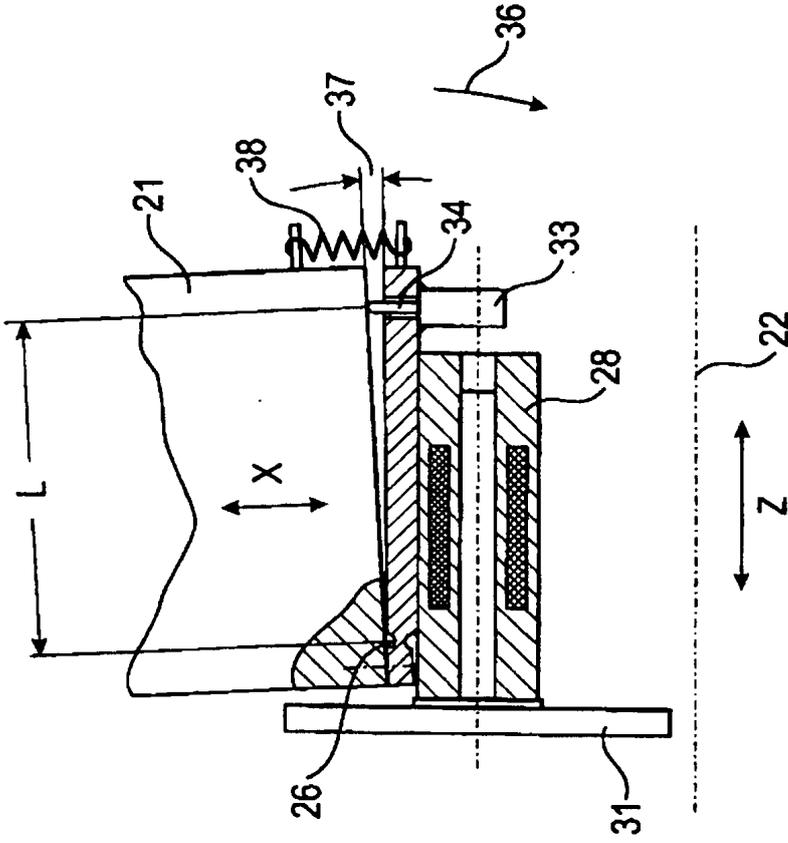


Fig. 3b

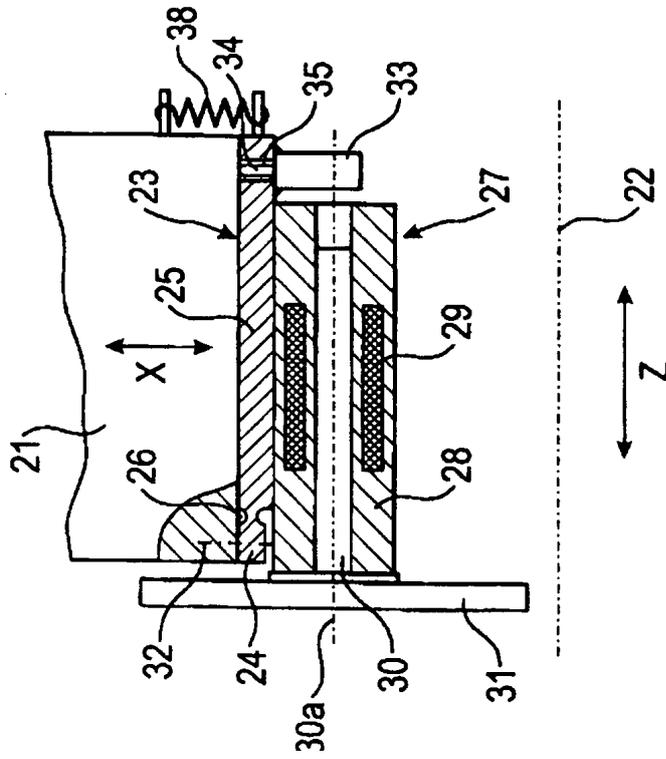
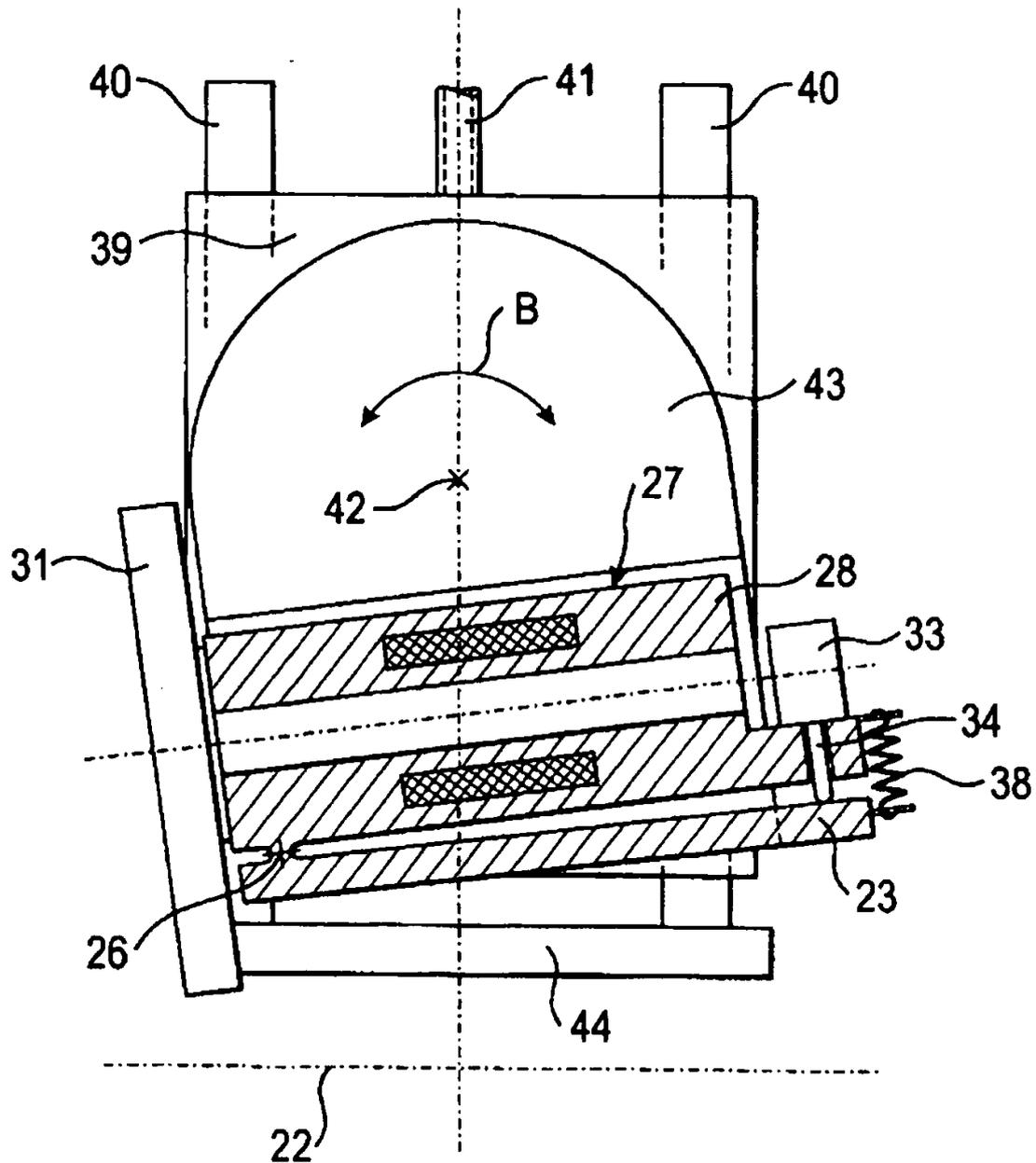


Fig. 3a

Fig. 4



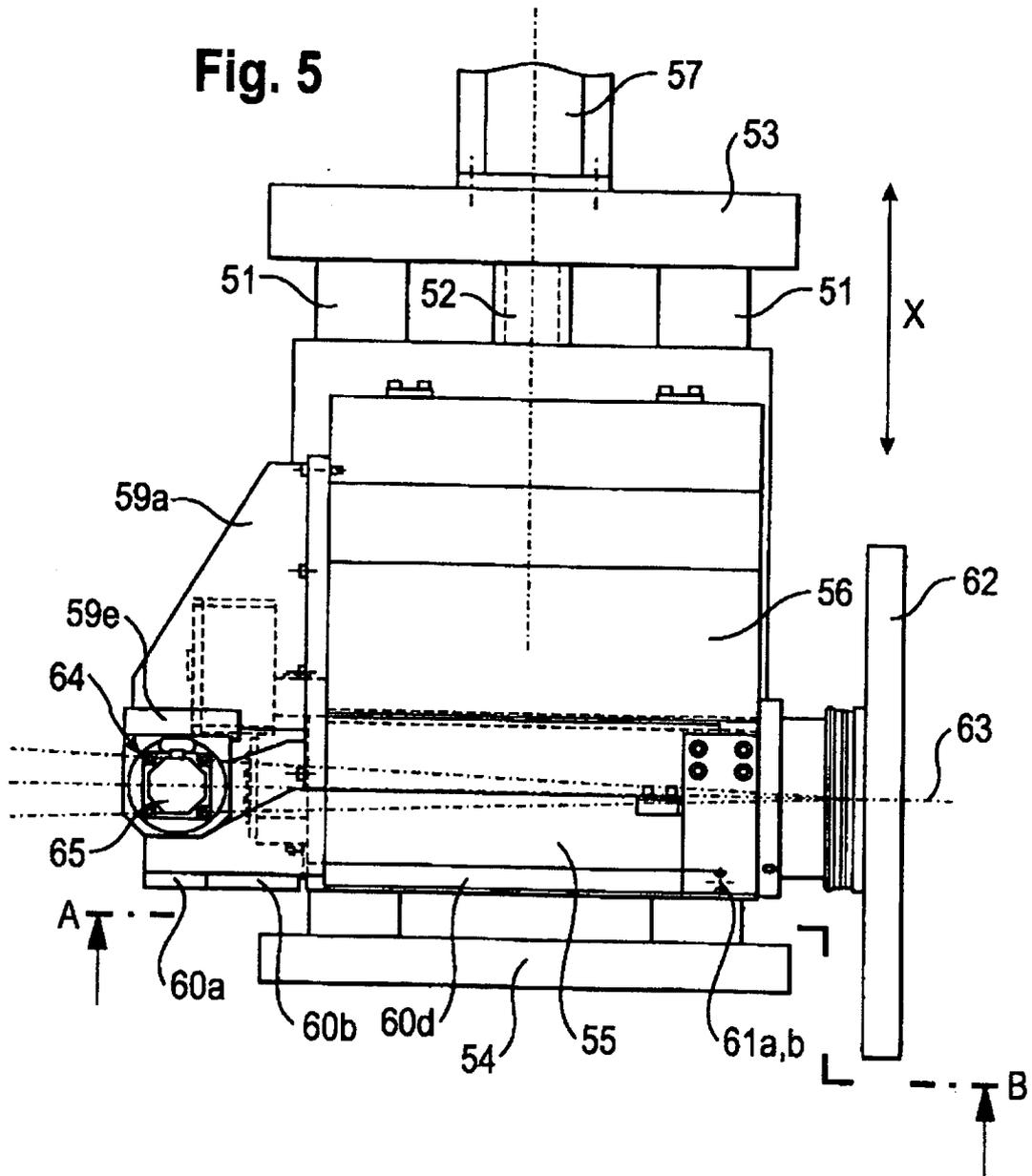
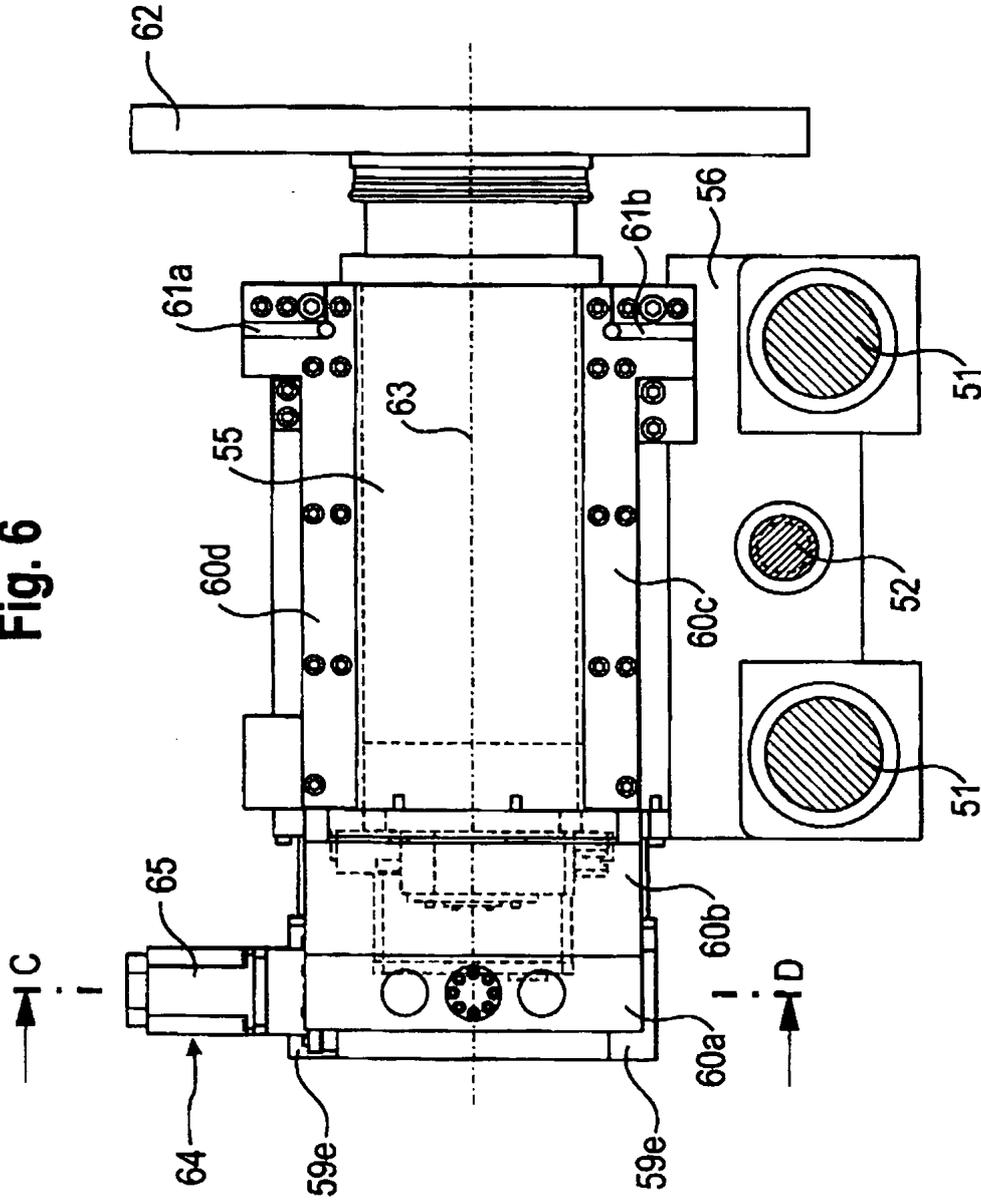


Fig. 6



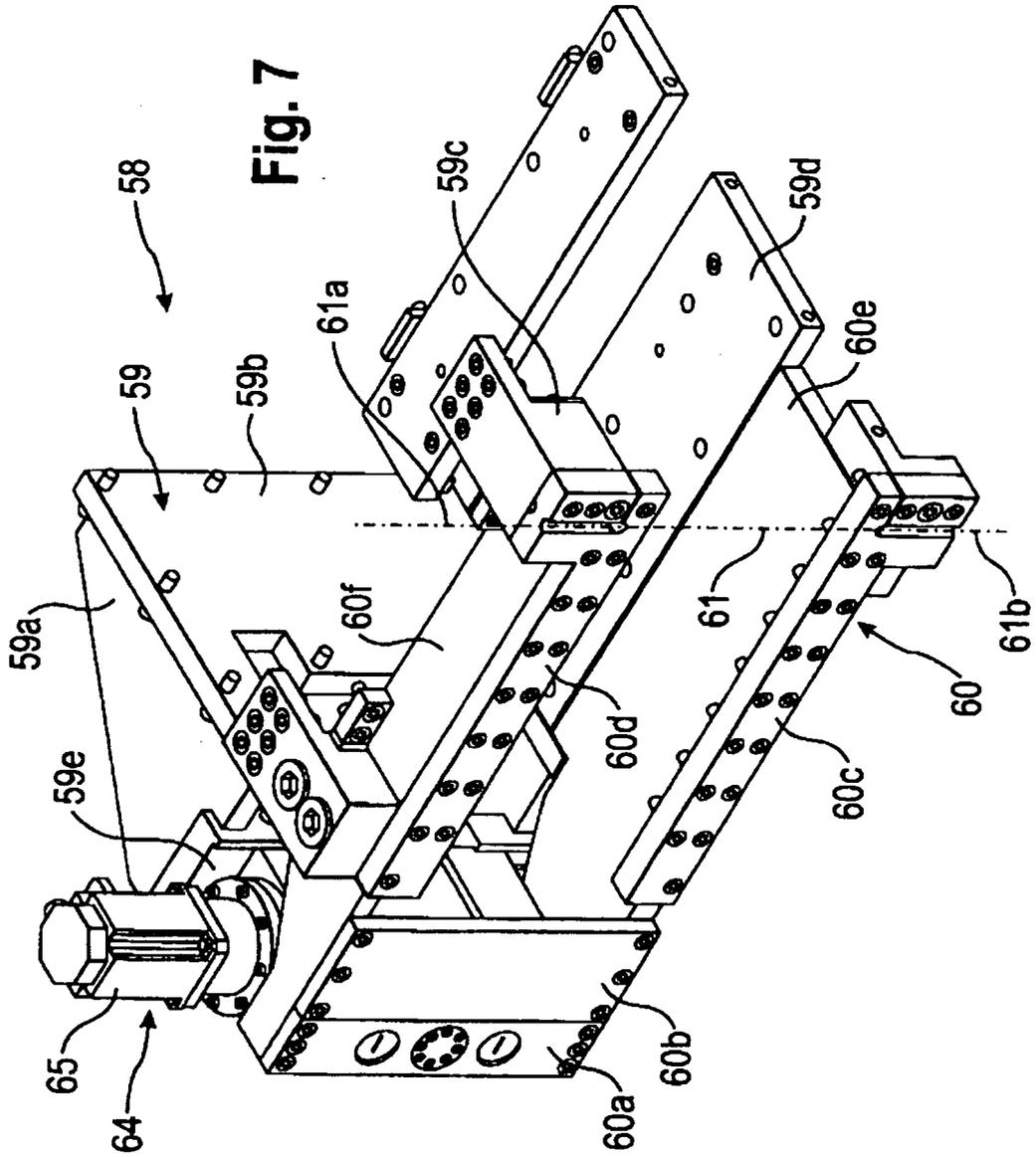
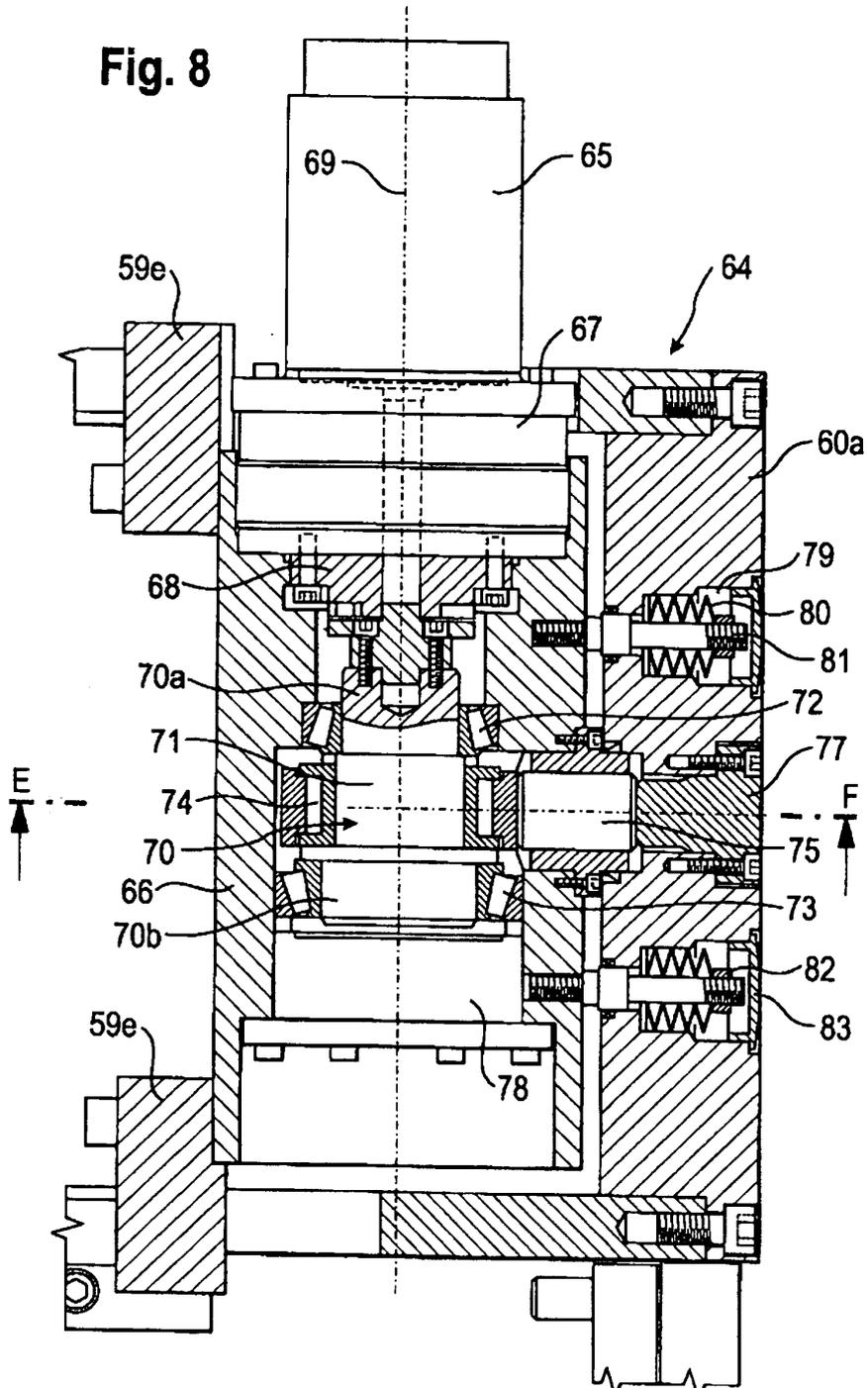


Fig. 8



**Fig. 9**

