



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 367 770**

51 Int. Cl.:  
**B23B 5/18** (2006.01)  
**B23C 3/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04008695 .1**  
96 Fecha de presentación : **10.04.2004**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1466684**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.10.2004**

54 Título: **Máquina para el mecanizado de piezas de trabajo, en especial de cigüeñales y árboles de levas, con al menos una herramienta de fresado circular interior.**

30 Prioridad: **11.04.2003 DE 103 17 318**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**08.11.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**08.11.2011**

73 Titular/es:  
**GEBR. HELLER MASCHINENFABRIK GmbH**  
**Neuffener Strasse 54**  
**72622 Nürtingen, DE**

72 Inventor/es: **Hemming, Christoph;**  
**Bonfert, Heinrich y**  
**Märker, Wolfgang**

74 Agente: **Ruo Null, Alessandro**

ES 2 367 770 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Máquina para el mecanizado de piezas de trabajo, en especial de cigüeñales y árboles de levas, con al menos una herramienta de fresado circular interior

5

**[0001]** La invención se refiere a una máquina para el mecanizado de piezas de trabajo, en especial de cigüeñales y árboles de levas, según el preámbulo de la reivindicación 1, que se conoce, por ejemplo, por el documento US-A-5078556.

10

**[0002]** Las máquinas de mecanizado, las herramientas y los materiales de corte, así como los procedimientos de mecanizado han de cumplir altos requisitos para el mecanizado de cigüeñales. Los cigüeñales son muy inestables debido a su longitud y a su forma complicada. Las distintas superficies del cigüeñal se tienen que mecanizar con una alta precisión. Las fuerzas de mecanizado que se producen durante el fresado deforman la pieza de trabajo, originando así medidas inexactas.

15

**[0003]** El mecanizado de cigüeñales se lleva a cabo, por ejemplo, en máquinas fresadoras circulares interiores. Aquí se mecanizan los cojinetes principales cilíndrico-circulares situados sobre el eje de la pieza de trabajo, dado el caso, con las superficies laterales colindantes, así como los cojinetes elevadores cilíndrico-circulares situados de forma excéntrica respecto al eje de la pieza de trabajo.

20

**[0004]** Por el documento US4171654 se conoce una máquina fresadora circular interior, en la que un cigüeñal se sujeta en ambos extremos respectivamente mediante bloques de sujeción con mandriles de sujeción resistentes al giro. La forma cilíndrica-circular de los cojinetes principales y elevadores se obtiene mediante un movimiento orbital circular de la fresa interior, lo que se logra mediante la interpolación de ejes de un eje horizontal y un eje vertical del cabezal portafresa. La unidad fresadora no se mueve en dirección del eje de la pieza de trabajo. Para el mecanizado de los puntos individuales de apoyo, los bloques de sujeción se desplazan a lo largo de las guías de conducción hacia la posición axial correspondiente. El mecanizado simultáneo de varios puntos de apoyo no es posible en este concepto de máquina debido a la existencia de una sola unidad fresadora. El concepto de máquina con cabezales portafresa fijos en dirección Z no posibilita el mecanizado simultáneo de dos puntos de apoyo, porque para esto sería necesario variar la distancia axial de los cabezales portafresa.

25

30

**[0005]** Por el documento US4305689 se conoce una máquina fresadora circular interior que presenta bloques de sujeción con mandriles de sujeción que se desplazan a lo largo de un sistema de guía en dirección del eje de la pieza de trabajo. Los extremos de los cigüeñales se sujetan en mandriles de sujeción. Estos pueden girar alrededor de un eje de mandril de sujeción controlado numéricamente. El cabezal portafresa, que aloja la fresa interior, está previsto entre los bloques de sujeción y se puede desplazar en dirección del eje de la pieza de trabajo a lo largo de la misma guía de conducción, sobre la que están guiados también los bloques de sujeción. La fresa interior se puede mover en el cabezal portafresa adicionalmente a lo largo de un eje dispuesto en vertical. La forma cilíndrica-circular de los cojinetes elevadores y principales se produce mediante un movimiento rotatorio de la pieza de trabajo (eje C) y un movimiento simultáneo de la fresa interior a lo largo de su eje vertical mediante interpolación de ejes. Condicionado por el pequeño espacio constructivo entre los bloques de sujeción, la base guía de la unidad fresadora en dirección de guía se tiene que mantener corta. De este modo se reduce considerablemente su rigidez a la torsión y a la basculación, lo que actúa de forma negativa sobre la precisión del mecanizado, la potencia de arranque de virutas, la duración de la herramienta y la calidad de la superficie. Asimismo, la longitud saliente del bloque de sujeción es muy grande debido al espacio constructivo limitado, lo que sigue reduciendo la rigidez. En el caso de estos conceptos de máquina resulta complicada también la colocación de cubiertas de guía de conducción. Éstas se han de prever entre las dos unidades fresadoras y respectivamente entre las unidades fresadoras y los bloques de sujeción. Las distancias entre estos grupos constructivos, dependiendo de la posición axial de mecanizado, son sólo de pocos milímetros en el caso extremo, de modo que una cubierta de guía de conducción no se puede montar desde el punto de vista constructivo. La situación resulta más desfavorable si se usa adicionalmente una luneta que se guía asimismo sobre la guía de conducción. Sin embargo, una cubierta de guía de conducción tiene una importancia extrema precisamente en la fabricación masiva de cigüeñales. Un fallo de este elemento constructivo provoca averías en la máquina y, por tanto, paradas costosas de la máquina. Además, al no existir una cubierta de guía de conducción, la caída de virutas provoca un calentamiento de las guías de conducción y como resultado de esto, medidas inexactas. Por consiguiente, este concepto de máquina no es adecuado para un mecanizado preciso. Si falta la cubierta de guía de conducción, no se pueden usar guías lineales montadas sobre rodamiento, porque éstas son muy sensibles a las partículas de suciedad o las virutas. Si las partículas entran en los patines guía, esto provoca desde un fuerte desgaste hasta una completa destrucción en un período muy corto de tiempo.

35

40

45

50

55

60

**[0006]** Por el documento WO96/40462 se conoce una máquina fresadora circular interior, en la que un cigüeñal se sujeta en ambos extremos respectivamente mediante bloques de sujeción con mandriles de sujeción resistentes al giro. Aquí está previsto adicionalmente apoyar el cigüeñal mediante una luneta. La forma cilíndrica-circular de los cojinetes elevadores y principales se produce mediante un movimiento orbital del cabezal portafresa. Éste se genera al desviarse la unidad fresadora, montada de manera giratoria alrededor de dos puntos de pivotado, mediante dos actuadores lineales que actúan en direcciones diferentes. La interpolación necesaria de ejes está sujeta a una complicada ley del movimiento. El gran voladizo, condicionado desde el punto de vista constructivo, de la fresa

65

circular interior, así como el apoyo mediante dos puntos de giro requieren una construcción maciza y pesada a fin de obtener una rigidez suficiente de masa. Para lograr una dinámica suficiente de la máquina se necesitan grandes actuadores lineales, lo que da como resultado a su vez una superficie grande de base de la máquina. Los dos puntos de pivotado reducen la rigidez del cabezal portafresa, lo que imposibilita un mecanizado preciso. El movimiento orbital de las herramientas de fresado requiere suficiente espacio hacia el sistema de guía, resultando, por tanto, relativamente grande la altura de puntas de los mandriles de sujeción. Por consiguiente, se reduce enormemente la rigidez de los bloques de sujeción en este concepto de máquina. Además, las cubiertas de guía de conducción se pueden colocar en esta máquina sólo con un gran costo debido al movimiento orbital de los cabezales portafresa, así como a los puntos de pivotado de la suspensión del cabezal portafresa.

**[0007]** En la máquina de tipo genérico (documento US-A-5078556) están previstas dos herramientas de fresado circulares exteriores que se pueden desplazar respectivamente sobre un sistema de guía de la máquina. Éstas se encuentran en lados opuestos entre sí de la pieza de trabajo que se va a mecanizar.

**[0008]** La invención tiene el objetivo de configurar la máquina de tipo genérico de manera que con una construcción compacta, las piezas de trabajo se puedan mecanizar sin problemas con una alta precisión del mecanizado.

**[0009]** Este objetivo se consigue en la máquina de tipo genérico según la invención con las características de la reivindicación 1.

**[0010]** En la máquina según la invención, la herramienta está soportada por el elemento de carro del carro de movimiento en cruz. Éste se mueve a lo largo del sistema correspondiente de guía, mientras que el elemento de carro con la herramienta se puede mover en sentido transversal respecto a este sistema de guía. La máquina según la invención tiene ventajosamente dos bloques de sujeción y, dado el caso, lunetas. Para el lado de la herramienta, así como el lado de la pieza de trabajo están previstos los dos sistemas paralelos de guía que se extienden en dirección Z. Un sistema de guía está previsto para el carro de movimiento en cruz con el elemento de carro, mientras que el otro sistema de guía está asignado a los bloques de sujeción, así como, dado el caso, a la luneta. La herramienta se puede desplazar con el elemento de carro en sentido transversal respecto al eje de la pieza de trabajo. Las piezas de trabajo que se van a mecanizar en especial los cigüeñales y árboles de levas, están sujetadas en mandriles de sujeción de manera giratoria (eje C). Los puntos de apoyo cilíndrico-circulares se producen mediante interpolación de ejes entre el elemento de carro y el eje C. Los sistemas separados de guía para el carro de movimiento en cruz y los bloques de sujeción/las lunetas permiten dimensionar la base de guía de cada grupo constructivo individual con un tamaño suficientemente grande, lo que origina una alta rigidez a la torsión y a la flexión. Debido a los sistemas separados de guía, los bloques de sujeción en la máquina según la invención se pueden construir con un voladizo pequeño del mandril de sujeción, de modo que la pieza de trabajo se puede sujetar con una rigidez muy alta. Esta configuración en el carro de movimiento en cruz y en los bloques de sujeción/las lunetas posibilita un mecanizado de alta precisión. Se reduce además la tendencia a las oscilaciones y vibraciones. De este modo se obtienen ventajas, como un mecanizado más preciso, una alta seguridad en el proceso, una alta duración de la herramienta y una alta potencia de arranque de virutas y similares.

**[0011]** Debido a los sistemas separados de guía es posible ventajosamente colocar cubiertas de guía de conducción que impiden con fiabilidad la entrada de virutas y están realizadas de forma simple desde el punto de vista constructivo. El desgaste de los rascadores de guía de conducción se reduce fuertemente y las propias guías de conducción ya no están sometidas a las virutas que inciden a alta velocidad. Esto aumenta la fiabilidad y, por tanto, la disponibilidad de la máquina. Además, aumenta la constancia de temperatura, porque las virutas ya no pueden calentar las guías de conducción. En caso de una fabricación masiva se obtiene, por consiguiente, una alta capacidad de proceso. Las cubiertas de guía de conducción permiten el uso de sistemas de guía montados sobre rodamiento. En comparación con las guías lineales, los rodamientos son sensibles a la entrada de partículas como las virutas, pero presentan una serie de ventajas. Se pueden montar con facilidad y rapidez, tienen una pequeña resistencia contra el deslizamiento y posibilitan altas velocidades de marcha rápida con un calentamiento pequeño. En comparación con las guías de deslizamiento, no se produce un efecto stick-slip. La precisión es muy alta debido a la tensión previa del cojinete. Además, la disposición de la unidad fresadora en un sistema separado de guía mejora esencialmente la accesibilidad al espacio de trabajo de la máquina.

**[0012]** Otras características de la invención se derivan de las demás reivindicaciones, así como de la descripción y los dibujos.

**[0013]** La invención se explica detalladamente por medio de un ejemplo de realización representado en los dibujos. Muestran:

Fig. 1 una representación en perspectiva, en sentido oblicuo desde arriba, de una máquina herramienta según la invención para el fresado circular interior de piezas de trabajo;

Fig. 2 una vista en dirección de la flecha 11 de la figura 1; y

Fig. 3 la máquina herramienta, según la invención, desde una vista delantera.

5 **[0014]** La máquina herramienta para el fresado circular interior de piezas de trabajo tiene un bastidor 2 de máquina provisto de un lado inclinado 1 de apoyo (figura 2). Sobre el bastidor 2 de máquina están montados de manera desplazable dos carros 3, 3' de movimiento en cruz. Éstos se encuentran situados a distancia entre sí a la misma altura. Los dos carros 3, 3' de movimiento en cruz soportan respectivamente una unidad fresadora 5, 5'. En la zona situada al lado de los carros 3, 3' de movimiento en cruz están previstos sobre el bastidor 2 de máquina dos bloques 6, 6' de sujeción para sujetar la pieza 7 de trabajo que se va a mecanizar, así como está prevista una luneta 40 que se encuentra en la zona situada entre los bloques 6, 6' de sujeción y mediante la que la pieza 7 de trabajo se apoya de forma conocida durante el mecanizado. El bastidor 2 de máquina está configurado con bancada inclinada y se puede realizar como construcción de acero, de fundición o también de hormigón. En el lado inclinado 1, en la zona superior, está previsto un sistema 10 de guía configurado como guía de deslizamiento, pero preferentemente como guía de rodamiento. El sistema 10 de guía tiene dos carriles guía 11, 12 que están situados en paralelo entre sí, así como fijados en el lado inclinado 1 y sobre los que están montados patines guía 13 a 16, 13' a 16'. Los patines guía están fijados en los carros 3, 3' de movimiento en cruz montados de forma desplazable mediante los patines guía sobre los dos carriles guía 11, 12. Cada carro 3, 3' de movimiento en cruz está montado con dos patines guía 14, 16; 13, 15; 14', 16'; 13', 15' respectivamente, situados a distancia uno detrás de otro, sobre los carriles guía 11, 12. De este modo, los carros 3, 3' de movimiento en cruz se apoyan con fiabilidad sobre los carriles guía 11, 12. Los patines guía 13 a 16, 13' a 16' están configurados de forma conocida.

20 **[0015]** Los carros 3, 3' de movimiento en cruz soportan las unidades fresadoras 5, 5' que están montadas en los carros 3, 3' de movimiento en cruz de forma desplazable en sentido transversal a su dirección de desplazamiento. Los carros 3, 3' de movimiento en cruz se pueden desplazar separados uno de otro en dirección W o en dirección Z a lo largo de los carriles guía 11, 12. Como los dos carros 3, 3' de movimiento en cruz están provistos en el lado inferior, a gran distancia entre sí, de cuatro patines guía 13 a 16, 13' a 16' respectivamente en dirección de desplazamiento W o Z, así como en sentido transversal respecto a esto, se crea una base de guía con una gran rigidez a la flexión y la torsión. De este modo están creadas las premisas para un mecanizado preciso de la pieza 7 de trabajo. A fin de aumentar la rigidez pueden estar previstos otros patines guía en el lado inferior de los carros 3, 3' de movimiento en cruz. Así, por ejemplo, cada carro 3, 3' de movimiento en cruz puede presentar seis patines guía.

30 **[0016]** Para accionar los carros 3, 3' de movimiento en cruz en dirección W y Z están previstos accionamientos 18, 18' que se encuentran situados en los lados frontales 2a, 2b, opuestos entre sí, del bastidor 2 de máquina. Los accionamientos 18, 18' tienen motores 19, 19' de accionamiento. La fuerza se transmite de forma conocida mediante husillos de rosca de bolas (no representados).

35 **[0017]** Como accionamientos para los carros 3, 3' de movimiento en cruz en dirección W y Z se pueden usar también motores lineales.

40 **[0018]** Los carros 3, 3' de movimiento en cruz están provistos en sus lados, enfrentados entre sí, de un sistema 30, 30' de guía respectivamente, mediante los que las unidades fresadoras 5, 5' están dispuestas de forma desplazable en sentido transversal a la dirección W y Z en los carros 3, 3' de movimiento en cruz. Los sistemas 30, 30' de guía tienen en cada caso dos carriles guía 31, 32; 31', 32' que están situados en paralelo entre sí, así como dispuestos a distancia uno sobre otro y discurren de forma inclinada en correspondencia con el lado 1 de apoyo del bastidor 2 de máquina (figura 2). Sobre los carriles guía 31, 32; 31', 32' están alojadas las unidades fresadoras 5, 5' con dos patines guía 33, 34; 33', 34' respectivamente. Como muestra la figura 2, los patines guía asignados a cada carril guía 31, 32; 31', 32' están situados a distancia entre sí.

50 **[0019]** Para accionar las unidades fresadoras 5, 5' están previstos accionamientos 35, 35' con motores 36, 36' de accionamiento. Los accionamientos con los motores de accionamiento están previstos en el lado de los carros 3, 3' de movimiento en cruz que se opone a los bloques 6, 6' de sujeción (figuras 1 y 3). La unión de accionamiento con las unidades fresadoras 5, 5' se lleva a cabo de forma conocida mediante husillos de rosca de bolas (no representados). Alternativamente se pueden usar también accionamientos de avance con motores lineales. En comparación con los accionamientos con husillos de rosca de bolas, estos motores lineales presentan una dinámica mayor y no tienen desgaste. La dinámica mayor posibilita en especial correcciones rápidas de medida en el proceso, en las que las diferencias de medida que se miden durante el mecanizado de la pieza 7 de trabajo provocan movimientos correspondientes de corrección de los ejes de avance X o U o C. Las unidades fresadoras 5, 5' se pueden desplazar mediante los accionamientos 35, 35' a lo largo de los carriles guía 31, 32; 31', 32' en dirección U, así como en dirección X (figura 1).

60 **[0020]** En el extremo de las unidades fresadoras 5, 5', que está dirigido hacia los bloques 6, 6' de sujeción, se encuentran herramientas 4, 4' de fresado circular interior. Éstas se hacen girar de manera convencional mediante motores y engranajes instalados externamente. En vez de este tipo de accionamiento se puede usar también un accionamiento directo para las herramientas 4, 4', por ejemplo, un motor de árbol hueco o un motor torque. Un accionamiento de este tipo necesita sólo un espacio constructivo pequeño, porque desaparecen el motor externo, necesario en accionamientos convencionales, y el engranaje. Los accionamientos directos presentan además una alta dinámica, por lo que la excitación de las oscilaciones altamente dinámica durante el arranque de virutas en la pieza 7 de trabajo se puede regular directamente en el punto de iniciación de la fuerza. Al medirse la potencia

suministrada por el motor se puede determinar con gran precisión el estado de desgaste de los cantos cortantes de las herramientas 4, 4'. A diferencia de los accionamientos convencionales, la medición de la corriente del motor no da resultados erróneos debido a potencias perdidas de un engranaje. Al medirse la potencia de arranque de virutas mediante la corriente del motor se puede adaptar también la velocidad de avance y/o la velocidad de corte en el sentido de una regulación adaptativa, de modo que el arranque de virutas se desarrolla siempre en condiciones óptimas de corte. En particular la velocidad de corte se puede variar con gran rapidez durante el mecanizado por medio del accionamiento directo debido al momento pequeño de inercia de masa. Así, por ejemplo, es posible duplicar la velocidad de corte en 0,5 s. El funcionamiento de la herramienta 4, 4' de fresado se lleva a cabo con muy pocas vibraciones debido a la ausencia del engranaje en accionamientos directos, mediante lo que se puede obtener una alta calidad de la superficie y mejorar la duración de las herramientas. Las herramientas 4, 4' de fresado se accionan de forma giratoria.

**[0021]** La alta rigidez del carro 3, 3' de movimiento en cruz, así como de las unidades fresadoras 5, 5' posibilita el uso de fresas de un juego combinado. Con estas herramientas se mecanizan simultáneamente varios puntos de apoyo de cigüeñales o árboles de levas o levas de árboles de levas con una unidad fresadora.

**[0022]** El sistema 10 de guía para los carros 3, 3' de movimiento en cruz se encuentra en la zona superior del lado inclinado 1 del bastidor 2 de máquina. En la zona inferior del lado inclinado 1 del bastidor 2 de máquina se encuentra otro sistema 20 de guía que presenta dos carriles guía 21, 22 que están situados en paralelo entre sí, así como en paralelo respecto a los carriles guía 11, 12 del sistema 10 de guía. A diferencia del sistema 10 de guía, cuyos carriles guía 11, 12 se extienden a todo lo largo del bastidor 2 de máquina, los carriles guía 21, 22 del sistema 20 de guía se extienden sólo por una parte de la longitud del bastidor 2 de máquina. Por tanto, en el ejemplo de realización sólo se puede desplazar el bloque 6 de sujeción a lo largo del sistema 20 de guía en dirección del eje Z4. En este caso, el bloque opuesto 6' de sujeción está fijo sobre el bastidor 2 de máquina. Por consiguiente, este bloque 6' de sujeción no se puede mover en dirección del eje Z1. Es posible naturalmente configurar sólo el bloque 6' de sujeción de forma desplazable y fijar entonces el bloque 6 de sujeción sobre el bastidor 2 de máquina. En este caso, el sistema 20 de guía está previsto en la zona del bloque 6' de sujeción.

**[0023]** Por último, es posible prever también el sistema 20 de guía a todo lo largo del bastidor 2 de máquina. En este caso, los dos bloques 6, 6' de sujeción se pueden mover en dirección de su respectivo eje Z1 o Z4 sobre el bastidor 2 de máquina.

**[0024]** En el ejemplo de realización representado, en el que sólo se puede desplazar el bloque 6 de sujeción, están fijados en el lado inferior del bloque 6 de sujeción cuatro patines guía 23 a 26, mediante los que el bloque 6 de sujeción queda alojado sobre los carriles guía 21, 22. Sobre cada carril guía 21, 22, el bloque 6 de sujeción está montado con dos patines guía 23, 25; 24, 26 respectivamente situados a distancia entre sí. El accionamiento del bloque 6 de sujeción en dirección Z4 se lleva a cabo mediante un husillo de rosca de bolas (no representado) o mediante un accionamiento hidráulico. El bloque 6 de sujeción puede estar configurado también de manera que sea arrastrado por la luneta 40. Ésta se encuentra montada sobre los dos carriles guía 21, 22 con un patín guía 27, 28 respectivamente. En este caso, el accionamiento de la luneta 40 se lleva a cabo asimismo ventajosamente con un husillo de rosca de bolas (no representado). Si el bloque 6 de sujeción es arrastrado por la luneta 40, el bloque 6 de sujeción está provisto de terminales de apriete que al obtenerse una posición nominal mediante el efecto de apriete sobre los propios carriles guía 21, 22 garantizan un bloqueo seguro durante el mecanizado de la pieza 7 de trabajo.

**[0025]** La función de la luneta 40 es soportar el eje de la pieza de trabajo en su posición nominal durante el mecanizado. Debido a las fuerzas de mecanizado y/o debido a la liberación de tensiones propias se produciría un desplazamiento del eje de la pieza de trabajo en caso de no usarse una luneta. Se pueden diferenciar dos casos de uso:

- las lunetas, que sirven para apoyar la pieza de trabajo sobre superficies ya mecanizadas, no necesitan elementos de compensación;
- las lunetas, que sirven para apoyar la pieza de trabajo sobre un contorno tubular, necesitan elementos de compensación, es decir, los elementos de apoyo están dispuestos de forma móvil de manera que pueden presentar contornos irregulares de la pieza de trabajo.

**[0026]** Como los cuatro patines guía 23 a 26 están dispuestos en el lado inferior del bloque 6 de sujeción a gran distancia en dirección de desplazamiento (eje Z4) y en sentido transversal respecto a esto, éste presenta una base estable de guía con una alta rigidez a la flexión y la torsión, lo que posibilita un mecanizado óptimo de precisión de la pieza 7 de trabajo.

**[0027]** Los dos bloques 6, 6' de sujeción están provistos respectivamente en sus lados, enfrentados entre sí, de un mandril 9, 9' de sujeción, con los que la pieza 7 de trabajo se sujeta durante el mecanizado. Los mandriles 9, 9' de sujeción pueden girar y forman el eje C controlado numéricamente.

**[0028]** La pieza 7 de trabajo, por ejemplo, un cigüeñal o un árbol de levas, se sujeta fijamente en sus dos extremos en los mandriles 9, 9' de sujeción. El mecanizado de los puntos de apoyo cilíndrico-circulares de la pieza 7

de trabajo con las fresas circulares interiores 4, 4' se lleva a cabo mediante una interpolación de ejes de los ejes lineales X o U (figura 1) con el eje C.

5 **[0029]** Como los carros 3, 3' de movimiento en cruz se mueven en guías separadas de conducción, se puede mantener pequeño el saliente entre los bloques 6, 6' de sujeción. Esto proporciona una alta rigidez a los bloques 6, 6' de sujeción.

10 **[0030]** La luneta 40 se usa ventajosamente cuando la pieza de trabajo que se va a mecanizar es larga y, por tanto, inestable. La luneta 40 se puede desplazar a la posición necesaria a lo largo del sistema 20 de guía con sus dos patines guía 27, 28 mediante un husillo de rosca de bolas (no representado). A fin de aumentar la rigidez de la luneta 40 se pueden usar otros patines guía. Así, por ejemplo, la luneta 40 puede estar apoyada con tres o cuatro patines guía sobre los carriles guía 21, 22. En caso de piezas 7 de trabajo especialmente largas o inestables pueden estar previstas otras lunetas que pueden tener la misma construcción de la luneta 40. Al existir suficiente espacio entre los carros 3, 3' de movimiento en cruz resulta posible también usar apoyos de pieza de trabajo unidos  
15 fijamente con los carros 3, 3' de movimiento en cruz.

**[0031]** Es especialmente ventajoso que los sistemas 10, 30 de guía estén configurados como guía de rodamiento y que el sistema 20 de guía esté configurado como guía de deslizamiento. Debido a la pequeña frecuencia de movimiento de los bloques 6, 6' de sujeción y de la luneta 40 sólo se genera una pequeña cantidad de calor por fricción, incluso al usarse guías de deslizamiento. Naturalmente son posibles todas las combinaciones de guías de rodamiento o de deslizamiento en los sistemas 10, 20, 30 de guía. En el caso de las guías de deslizamiento son adecuados en especial los pares de material acero/fundición, acero/plástico o fundición/plástico para obtener una alta precisión, una larga vida útil y pequeños efectos stick-slip. Estas guías se basan en el principio hidrodinámico. Otra configuración ventajosa de los cojinetes de deslizamiento es el uso de apoyos hidrostáticos. En este caso  
20 resulta especialmente ventajosa la pequeña fricción, así como la no producción del efecto stick-slip.

**[0032]** Para proteger los sistemas 10, 20, 30 de guía contra la entrada de virutas y lubricantes refrigerantes están previstas cubiertas 50, 52, 52', 54, 54' de guía de conducción. Como hay suficiente espacio entre los grupos constructivos instalados sobre los sistemas 10, 20, 30 de guía, las cubiertas pueden estar configuradas  
30 ventajosamente como cubiertas telescópicas. Las cubiertas 50, 52, 52', 54, 54' permiten prever fácilmente elementos de alimentación de energía hacia los grupos constructivos entre los carriles guía 11, 12; 21, 22 y por debajo de las cubiertas. De este modo, la luneta 40 se puede abastecer de electricidad, energía hidráulica, energía neumática y similares, sin necesidad de realizarse cavidades en el bastidor 2 de máquina. Por tanto, la sección transversal del bastidor 2 de máquina no se tiene que debilitar, lo que influye ventajosamente en la rigidez de toda la máquina  
35 herramienta. La colocación del elemento de alimentación de energía es además muy simple.

**[0033]** En la máquina herramienta según el ejemplo de realización representado, el bastidor 2 de máquina está configurado con bancada inclinada. El bastidor 2 de máquina puede tener naturalmente también otra forma. Así, por ejemplo, el lado 1 de apoyo puede estar dispuesto en horizontal.  
40

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Máquina para el mecanizado de piezas (7) de trabajo, en especial de cigüeñales y árboles de levas, con al menos una herramienta (4, 4') de fresado circular que está soportada en un elemento (5, 5') de carro de un carro (3, 3') de movimiento en cruz que se puede mover a lo largo de uno de dos sistemas paralelos (10, 20) de guía, y el elemento (5, 5') de carro en sentido transversal respecto a éste, **caracterizada porque** la herramienta (4, 4') es una herramienta de fresado circular interior y porque sobre el sistema (10) de guía están montados dos carros (3, 3') de movimiento en cruz que se pueden desplazar independientemente uno de otro a lo largo del sistema (10) de guía.
- 10 2. Máquina según la reivindicación 1, **caracterizada porque** los sistemas (10, 20) de guía presentan guías de deslizamiento.
- 15 3. Máquina según la reivindicación 1, **caracterizada porque** los sistemas (10, 20) de guía presentan guías de rodamiento.
- 20 4. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** el elemento (5, 5') de carro está guiado sobre un sistema (30, 30') de guía del carro (3, 3') de movimiento en cruz.
- 25 5. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada porque** el elemento (4, 4') de carro es una unidad fresadora.
- 30 6. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada porque** sobre un sistema (20) de guía, en la zona situada al lado del carro (3, 3') de movimiento en cruz, está montado al menos un bloque (6, 6') de sujeción y/o está montada al menos una luneta (40).
- 35 7. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada porque** los sistemas (10, 20) de guía presentan al menos dos carriles guía (11, 12; 21, 22) situados en paralelo entre sí.
- 40 8. Máquina según la reivindicación 7, **caracterizada porque** el carro (3, 3') de movimiento en cruz está guiado con al menos dos patines guía (13 a 16; 13' a 16'), situados preferentemente a distancia uno de otro en cada caso, sobre los carriles guía (11, 12).
- 45 9. Máquina según la reivindicación 7 u 8, **caracterizada porque** el bloque (6, 6') de sujeción está guiado con al menos uno, preferentemente dos patines guía (23 a 26) situados a distancia uno de otro en cada caso, sobre los carriles guía (21, 22).
- 50 10. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizada porque** la luneta (40) está guiada con al menos un patín guía (27, 28) sobre los carriles guía (21, 22).
- 55 11. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizada porque** un accionamiento (18, 18') de avance del carro (3, 3') de movimiento en cruz es un husillo de rosca de bolas.
- 60 12. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizada porque** un accionamiento de avance del carro (3, 3') de movimiento en cruz es un accionamiento de motor lineal.
- 65 13. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizada porque** un accionamiento de avance del bloque (6, 6') de sujeción es un husillo de rosca de bolas.
14. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizada porque** un accionamiento de avance del bloque (6, 6') de sujeción es un accionamiento hidráulico.
15. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizada porque** están previstos dos bloques (6, 6') de sujeción, de los que uno está fijado firmemente sobre un bastidor (2) de máquina.
16. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizada porque** dos bloques (6, 6') de sujeción están montados sobre el sistema (20) de guía.
17. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizada porque** dos bloques (6, 6') de sujeción, accionables ventajosamente de manera independiente entre sí, están fijados sobre el bastidor (2) de máquina.
18. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, **caracterizada porque** el bloque (6, 6') de sujeción presenta un mandril (9, 9') de sujeción que se puede accionar preferentemente alrededor de un eje C.

19. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, **caracterizada porque** cada carro (3, 3') de movimiento en cruz presenta un sistema (30, 30') de guía para un elemento (5, 5') de carro respectivamente que está previsto ventajosamente en lados enfrentados entre sí de los carros (3, 3') de movimiento en cruz.
- 5 20. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19, **caracterizada porque** el elemento (5, 5') de carro sobresale del carro (3, 3') de movimiento en cruz en dirección al bloque (6, 6') de sujeción en su dirección de desplazamiento.
- 10 21. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20, **caracterizada porque** el elemento (5, 5') de carro soporta en el extremo sobresaliente la herramienta (4, 4') de fresado, cuyo accionamiento es preferentemente un accionamiento directo.
- 15 22. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21, **caracterizada porque** los carriles guía (11, 12; 21, 22) de los sistemas (10, 20) de guía están situados al menos parcialmente por debajo de una cubierta (50, 52, 52', 54, 54') configurada de manera ventajosa como cubierta telescópica.
- 20 23. Máquina según la reivindicación 22, **caracterizada porque** por debajo de la cubierta (50, 52, 52', 54, 54') discurren elementos de alimentación de energía que discurren preferentemente entre los carriles guía (11, 12; 21, 22) de los sistemas (10, 20) de guía, hacia el carro (3, 3') de movimiento en cruz y/o hacia el bloque (5, 5') de sujeción y/o hacia la luneta (40).
- 25 24. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 23, **caracterizada porque** el bastidor (2) de máquina está configurado con bancada inclinada y porque los sistemas (10, 20) de guía están dispuestos ventajosamente sobre el lado inclinado (1) del bastidor (2) de máquina.



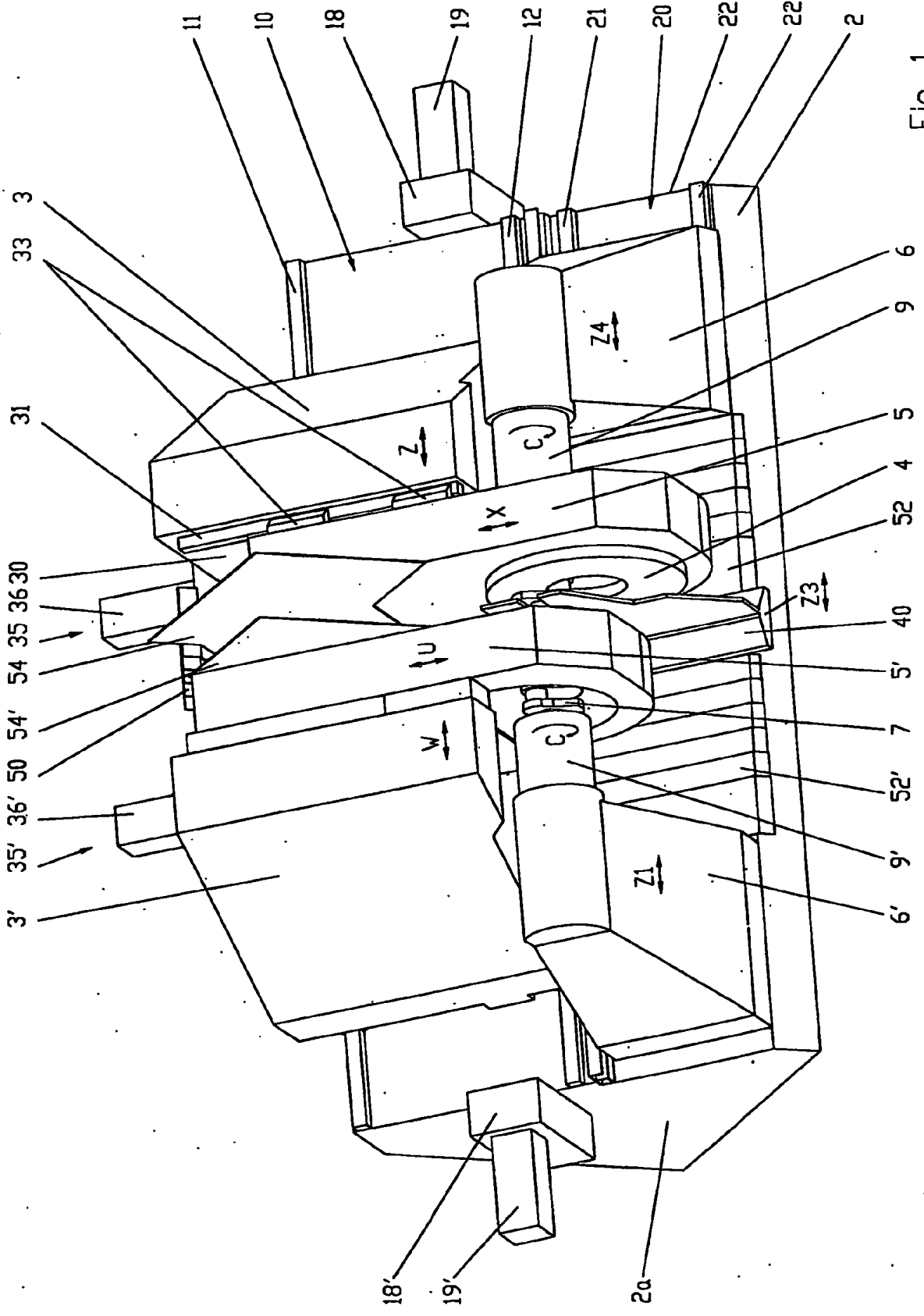


Fig. 1

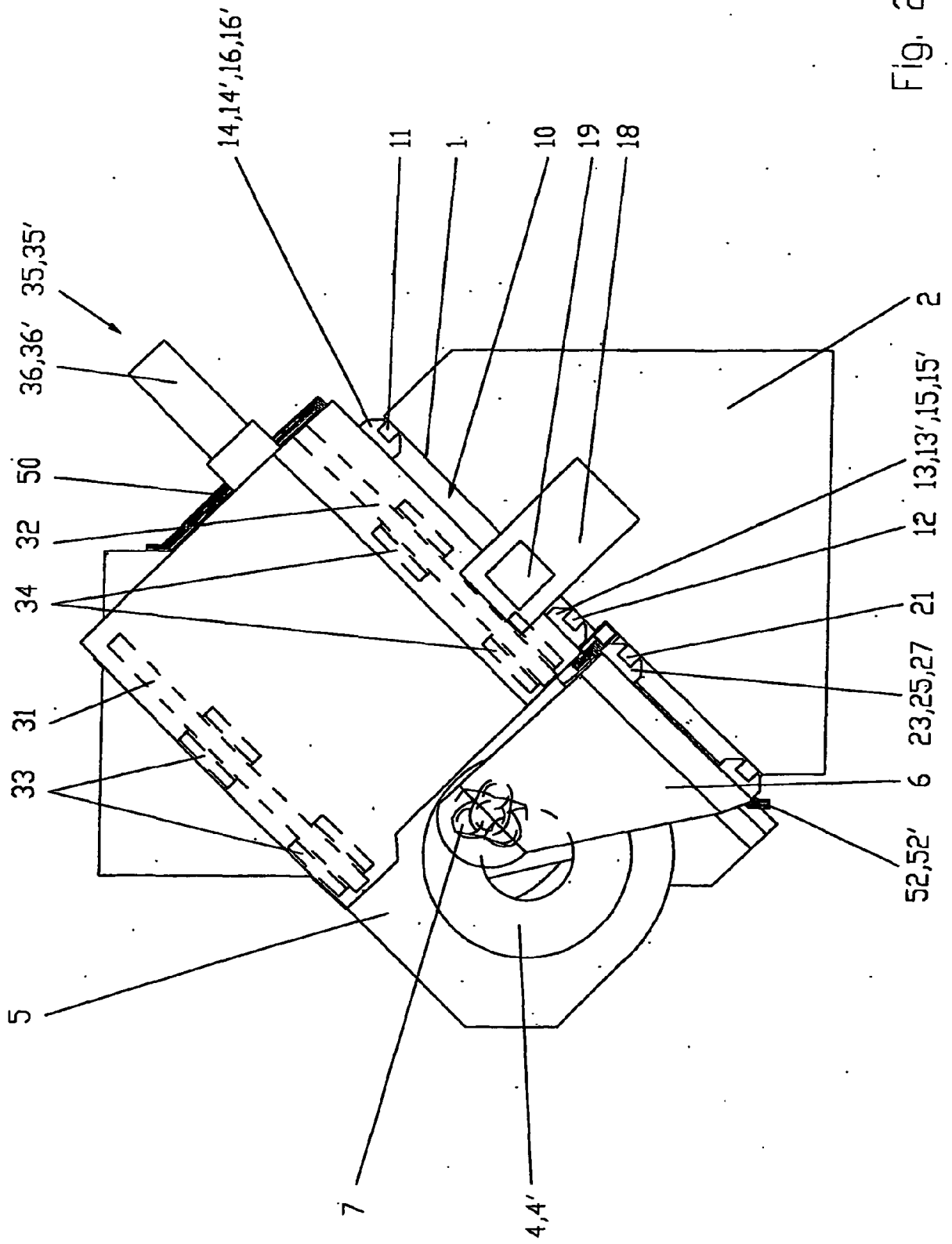


Fig. 2

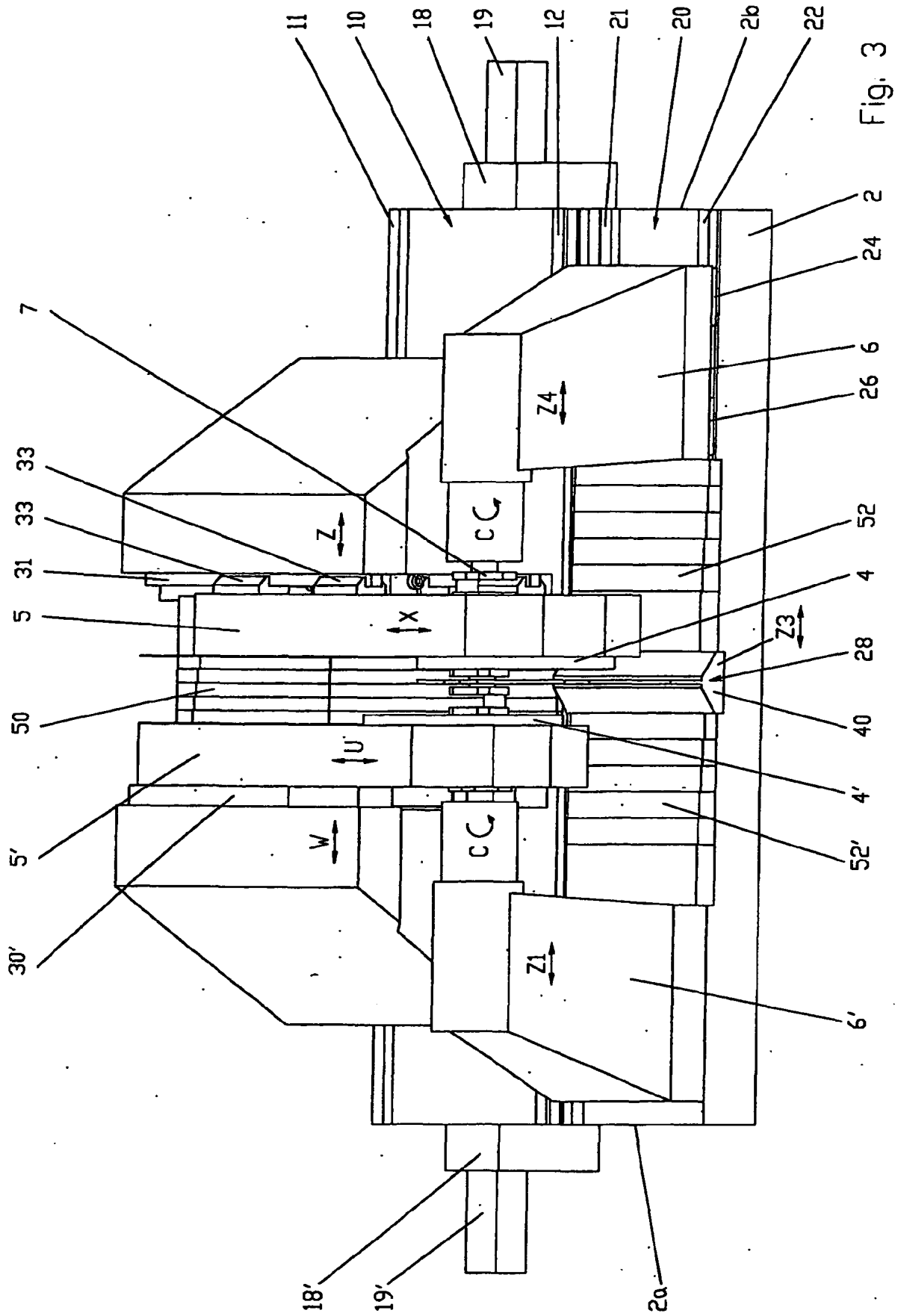


Fig. 3

**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

5 Esta lista de referencias citadas por el solicitante es sólo para la comodidad del lector. No forma parte del documento de patente europea. Aunque se ha tomado especial cuidado en la compilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

**Documentos de patentes citados en la descripción**

- US 5078556 A [0001] [0007]
- US 4171654 A [0004]
- US 4305689 A [0005]
- WO 9640462 A [0006]