

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **3 015 550**

(51) Int. Cl.:

**B23Q 1/01** (2006.01)  
**B23Q 5/38** (2006.01)  
**B23Q 5/40** (2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.09.2018 E 18194741 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.03.2025 EP 3456462**

---

(54) Título: **Máquina herramienta para el mecanizado de una pieza de trabajo**

(30) Prioridad:

**17.09.2017 DE 102017216446**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**06.05.2025**

(73) Titular/es:

**DMG MORI SEEBACH GMBH (100.00%)  
Neue Straße 61  
99846 Seebach, DE**

(72) Inventor/es:

**SUCKERT, FABIAN;  
ENGEL, ANDRÉ y  
PETSCH, RENÉ**

(74) Agente/Representante:

**PADIMA TEAM, S.L.P.**

**ES 3 015 550 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 herramienta para el mecanizado de una pieza de trabajo

- 5 La presente invención se refiere a una máquina herramienta para el mecanizado de una pieza de trabajo.

**Antecedentes de la invención**

10 Uno de los componentes esenciales de una máquina herramienta, en particular con un husillo de trabajo portaherramientas, lo representa la unidad de mecanizado portaherramientas. Le corresponde un objetivo importante para la exactitud de las piezas que deben fabricarse, dado que realiza directamente en la pieza de trabajo por medio de la herramienta portada por la unidad de mecanizado portaherramientas los procesos de desgaste de material. Por tanto, es importante en una medida especial que la unidad de mecanizado portaherramientas aplique el contorno descrito por los parámetros predeterminados de la manera más exacta posible a la pieza de trabajo.

15 Por regla general, son responsables de ello ejes que pueden controlarse de manera sustancialmente numérica, que disponen de una exactitud y reproducibilidad correspondientes. Sin embargo, por ejemplo, según la condición del entorno, el peso de la pieza de trabajo, etc., tienen que corregirse correspondientemente los parámetros que controlan los ejes.

20 Una influencia considerable sobre el "grado" de corrección de los parámetros que deben controlarse puede tenerla además la construcción de la propia máquina herramienta, por ejemplo, si se desplazan masas dentro de la máquina herramienta mediante el traslado de los ejes que pueden controlarse numéricamente. Esto puede conducir a mayores desviaciones de la posición real de la herramienta alojada en el husillo de trabajo de la unidad de mecanizado, pudiendo corregirse estas desviaciones en parte solo con dificultad con ayuda de correcciones de trayectoria complejas de los ejes que pueden controlarse numéricamente.

25 Por el documento US 2005/031429 A1, que representa la base para el preámbulo de la reivindicación 1, el documento CN 102 528 090 A, el documento CN 104 723 155 A y el documento JP H10 15769 A se conocen máquinas herramienta, que para el desplazamiento del husillo de trabajo en la dirección vertical presentan dos accionamientos con piñón roscado, variando durante el desplazamiento del husillo de trabajo en la dirección vertical los accionamientos y los piñones roscados su situación relativa con respecto al husillo de trabajo.

30 Por el documento DE 11 12 376 B y el documento JP H05 60748 U se conocen máquinas herramienta, que para el desplazamiento del husillo de trabajo en la dirección vertical presentan un accionamiento con piñón roscado, variando durante el desplazamiento del husillo de trabajo en la dirección vertical el accionamiento su situación relativa con respecto al husillo de trabajo.

35 Además, por el documento DE 200 19 035 U1 se conoce una máquina herramienta, que presenta dos barras dentadas para el desplazamiento del husillo de trabajo en la dirección vertical, pudiendo hacerse pivotar el husillo de trabajo adicionalmente con respecto a un eje de pivotado.

**Sumario de la invención**

40 Por tanto, un objetivo de la presente invención es proporcionar una máquina herramienta, con la que pueda evitarse el problema anterior, en particular de modo que se posibilite una corrección de trayectoria facilitada y al mismo tiempo se mejore la exactitud del proceso de mecanizado.

45 Para alcanzar este objetivo, según la invención se propone una máquina herramienta para el mecanizado de una pieza de trabajo según la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes se refieren a ejemplos de realización ventajosas de la máquina herramienta según la invención.

50 La máquina herramienta según la invención para el mecanizado de una pieza de trabajo se define en la reivindicación 1.

55 Mediante la construcción según la invención de la máquina herramienta, de poner el centro de gravedad de la unidad de mecanizado de modo que se encuentre o bien dentro del punto de acción de la suspensión o bien sobre una línea recta orientada verticalmente, que discurre a través del punto de acción, se posibilita que sobre las guías verticales y horizontales de la unidad de mecanizado actúe o bien un momento de giro despreciablemente reducido, por ejemplo en el caso de la guía vertical, o uno constante, por ejemplo en el caso de las guías horizontales, que se genera debido a la masa de la unidad de mecanizado y la distancia con respecto al punto de acción de la suspensión.

60 Mediante esta medida puede llevarse a cabo una corrección de trayectoria facilitada de los ejes que pueden controlarse numéricamente correspondientes, dado que la posición vertical de la unidad de mecanizado, que influye de manera decisiva en los momentos de giro que aparecen en las guías en una construcción convencional de una

máquina herramienta, tiene que considerarse para ello en un grado sustancialmente reducido. En particular, esto es ventajoso dado que esta medida constructiva conduce a una exactitud geométrica aumentada durante el traslado de la unidad de mecanizado y por consiguiente a una exactitud aumentada de la pieza de trabajo mecanizada, dado que la influencia de la masa de la unidad de mecanizado sobre las guías es constante.

- 5 Mediante la optimización de la suspensión de la unidad de mecanizado pudo evitarse un problema en la corrección de las trayectorias de las piezas que se desplazan de una máquina herramienta o simplificarse a valores sustancialmente constantes, de modo que además de una corrección de trayectoria más sencilla pudo conseguirse una exactitud aumentada en la fabricación de la pieza de trabajo.
- 10 El mecanismo de accionamiento se guía conjuntamente con la unidad de mecanizado para aumentar la masa de la unidad de mecanizado. De ese modo, la unidad de mecanizado puede reaccionar algo más lenta a fuerzas que aparezcan repentinamente durante el proceso de mecanizado de la pieza de trabajo, lo que a su vez puede influir positivamente en el resultado del proceso de mecanizado.
- 15 A modo de ejemplo, la máquina herramienta puede estar configurada en una variante no reivindicada en el presente documento de modo que el punto de acción de la suspensión esté dispuesto en un engranaje en la propia suspensión.
- 20 De ese modo, tal como también en el caso de varios engranajes, en los que el punto de acción de la suspensión está dispuesto sustancialmente en el centro de suspensiones individuales, que forman la suspensión en el caso de varios engranajes, se garantiza que el centro de gravedad de la unidad de mecanizado no genere ningún momento de giro o al menos un momento de giro constante en las guías verticales y horizontales de la máquina herramienta, independientemente de la posición vertical de la unidad de mecanizado.
- 25 Un perfeccionamiento ventajoso adicional de la máquina herramienta según la invención es que la unidad de mecanizado está suspendida en la una o varias secciones de engranaje de los al menos dos engranajes del mecanismo de accionamiento de tal manera que durante el desplazamiento en la dirección vertical actúe sobre la sección de soporte un momento de giro constante.
- 30 En una realización no reivindicada de la máquina herramienta con únicamente un engranaje del mecanismo de accionamiento, la unidad de mecanizado puede estar suspendida igualmente en la una o varias secciones de engranaje del engranaje de tal manera que durante el desplazamiento en la dirección vertical actúe sobre la sección de soporte un momento de giro constante.
- 35 Además, la máquina herramienta según la invención puede perfeccionarse ventajosamente al estar suspendida la unidad de mecanizado en la una o varias secciones de engranaje de los al menos dos engranajes del mecanismo de accionamiento de tal manera que durante el desplazamiento en la dirección vertical sobre la al menos una guía vertical de la sección de soporte no actúe sustancialmente ningún momento de giro.
- 40 En una realización no reivindicada de la máquina herramienta con únicamente un engranaje del mecanismo de accionamiento, la unidad de mecanizado puede estar suspendida igualmente en la una o varias secciones de engranaje del engranaje de tal manera que durante el desplazamiento en la dirección vertical sobre la al menos una guía vertical de la sección de soporte no actúe sustancialmente ningún momento de giro.
- 45 Ambos perfeccionamientos posibilitan un grado de corrección menor de los ejes controlados numéricamente debido a cargas y momentos de giro variables, que se generan debido al desplazamiento de masas dentro de la máquina herramienta, en particular debido al de la unidad de mecanizado.
- 50 En una variante no reivindicada, el mecanismo de accionamiento de la máquina herramienta puede estar dispuesto de tal manera que el mecanismo de accionamiento durante el desplazamiento de la unidad de mecanizado en la dirección vertical conserve su situación relativa con respecto a la sección de soporte y la situación relativa del punto de acción de la suspensión con respecto a la unidad de mecanizado se mantenga sustancialmente constante.
- 55 En una variante no reivindicada, adicional, de la máquina herramienta tanto el mecanismo de accionamiento como el punto de acción de la suspensión pueden estar dispuestos de tal manera que durante el desplazamiento de la unidad de mecanizado en la dirección vertical conserven su situación relativa con respecto a la sección de soporte.
- 60 En una variante no reivindicada, adicional, de la máquina herramienta tanto el mecanismo de accionamiento como el punto de acción de la suspensión pueden estar dispuestos de tal manera que durante el desplazamiento de la unidad de mecanizado en la dirección vertical conserven su situación relativa con respecto a la unidad de mecanizado.
- 65 Dichas posibilidades de diseño de la suspensión y del posicionamiento del mecanismo de accionamiento deben entenderse como variantes a modo de ejemplo, que pueden emplearse según el caso de aplicación y los requisitos de la máquina herramienta.

- Una ventaja puede ser, por ejemplo, que el accionamiento del mecanismo de accionamiento, que representa al mismo tiempo una fuente de calor, permanezca en el soporte o la sección de soporte de la unidad de mecanizado, mientras que el punto de acción o un punto de suspensión de la suspensión se desplace con la unidad de mecanizado. De este modo puede mantenerse ventajosamente una fuente de calor (accionamiento del mecanismo de accionamiento) fuera de la zona de mecanizado más próxima a la pieza de trabajo, de modo que el calentamiento del accionamiento ya solo influya ligeramente en el proceso de mecanizado.
- La máquina herramienta según la invención puede perfeccionarse ventajosamente al moverse durante el desplazamiento de la unidad de mecanizado el punto de acción de la suspensión y/o el centro de gravedad de la unidad de mecanizado a lo largo de la línea recta orientada verticalmente. De ese modo puede garantizarse que, independientemente de la posición vertical de la unidad de mecanizado, las relaciones de los momentos de giro que actúan en las guías de la unidad de mecanizado no varíen particularmente. Además, de ese modo puede reducirse claramente el esfuerzo de corrección de los ejes que pueden controlarse numéricamente. Además, la máquina herramienta según la invención puede perfeccionarse ventajosamente al estar configurado el mecanismo de accionamiento como mecanismo de accionamiento autobloqueante.
- Mediante un mecanismo de accionamiento autobloqueante es posible posicionar la unidad de mecanizado a lo largo del eje vertical, no siendo necesaria ninguna medida de seguridad ni enclavamiento adicionales en esta posición, dado que el mecanismo de accionamiento, sin moverse mediante el accionamiento, no permite ningún ajuste adicional de la posición de la unidad de mecanizado.
- La máquina herramienta según la invención puede perfeccionarse ventajosamente además al comprender el mecanismo de accionamiento al menos un piñón roscado, preferiblemente al menos un piñón roscado esférico. Como implementación de un mecanismo de accionamiento autobloqueante se conoce un piñón roscado, que debido a un paso de rosca correspondiente solo permite un ajuste de la posición vertical de la unidad de mecanizado cuando el elemento que porta una rosca (elemento roscado, por ejemplo, una barra roscada con rosca esférica, rosca trapezoidal u otra forma de rosca) se acciona correspondientemente mediante un accionamiento eléctrico, neumático o hidráulico.
- Un perfeccionamiento ventajoso de la máquina herramienta según la invención consiste en que en un engranaje la al menos una guía vertical de la unidad de mecanizado está dispuesta de tal manera que el centro de gravedad de la unidad de mecanizado durante el desplazamiento de la unidad de mecanizado en la dirección vertical se empuja de manera sustancialmente concéntrica hacia una barra roscada del piñón roscado, en particular a lo largo de la línea recta orientada verticalmente. Además, la máquina herramienta según la invención puede perfeccionarse ventajosamente al estar dispuesta la barra roscada axialmente con la línea recta orientada verticalmente. Si el mecanismo de accionamiento dispone por ejemplo de un accionamiento y un engranaje para el desplazamiento de la unidad de mecanizado a lo largo de la dirección vertical, entonces puede ser sumamente ventajoso poner el centro de gravedad de la unidad de mecanizado directamente en el punto de la suspensión (punto de suspensión). El motivo de ello es que el centro de gravedad ahora se encontraría directamente en la sección transversal de la barra roscada, lo que por consiguiente por un lado cargaría la barra roscada exclusivamente con tracción o presión y al mismo tiempo liberaría la guía vertical de la unidad de mecanizado sustancialmente de la recepción de un momento de giro, que se genera debido a la distancia del centro de gravedad de la unidad de mecanizado con respecto a la línea de guiado de las guías. De este modo puede possibilitarse un guiado claramente más preciso de la unidad de mecanizado en la dirección vertical, dado que las fuerzas cargadas sobre la guía se reducen considerablemente.
- La máquina herramienta según la invención puede perfeccionarse ventajosamente al comprender el mecanismo de accionamiento al menos una combinación de rueda dentada-barra dentada, preferiblemente al menos una combinación de rueda dentada-barra dentada de dentado oblicuo. Además, el mecanismo de accionamiento puede estar realizado en forma de una barra dentada con rueda dentada que la acciona correspondientemente, no presentando esta forma de realización las propiedades autobloqueantes de un piñón roscado. Además, la máquina herramienta según la invención puede perfeccionarse ventajosamente al estar dispuesta en un engranaje la al menos una guía vertical de la unidad de mecanizado de tal manera que el centro de gravedad de la unidad de mecanizado durante el desplazamiento de la unidad de mecanizado en la dirección vertical se guíe sustancialmente en el punto de contacto de la circunferencia primitiva de la rueda dentada y la recta primitiva de la

barra dentada.

En este punto se comporta de manera muy similar a la barra roscada, de modo que puede ser sumamente ventajoso que el mecanismo de accionamiento disponga por ejemplo de un accionamiento y un engranaje para el desplazamiento de la unidad de mecanizado a lo largo de la dirección vertical, y poner el centro de gravedad de la unidad de mecanizado directamente en el punto de la suspensión (el punto de suspensión es en este caso el punto de contacto entre la circunferencia primitiva de la rueda dentada y la recta primitiva de la barra dentada). En este caso, la barra dentada se cargaría exclusivamente con tracción o presión y al mismo tiempo se liberaría la guía vertical de la unidad de mecanizado sustancialmente de la recepción de un momento de giro, que se genera debido a la distancia del centro de gravedad de la unidad de mecanizado con respecto a la línea de guiado de las guías. De este modo puede possibilitarse un guiado claramente más preciso de la unidad de mecanizado en la dirección vertical, dado que las fuerzas cargadas sobre la guía se reducen considerablemente.

La máquina herramienta según la invención puede perfeccionarse ventajosamente al comprender la unidad de mecanizado un portahusillos que porta un husillo de trabajo.

Además, la máquina herramienta según la invención puede perfeccionarse ventajosamente al comprender el portahusillos un dispositivo de pivotado para hacer pivotar el husillo de trabajo con respecto a un eje de pivotado.

De este modo se posibilitan para el husillo de trabajo de la unidad de mecanizado diversas posibilidades de aplicación, dado que puede hacerse pivotar mediante el portahusillos en un intervalo angular amplio, por ejemplo, de desde +90° hasta -90° para la orientación vertical del husillo de trabajo, pudiendo elegirse el intervalo angular parcialmente también mayor. Esto puede depender por ejemplo del comportamiento de flexión de los cables de alimentación del husillo de trabajo.

Además, puede ser ventajoso perfeccionar la máquina herramienta según la invención de tal manera que el eje de pivotado esté dispuesto en perpendicular o de manera oblicua, preferiblemente en un ángulo de 45°, con respecto a un eje de husillo del husillo de trabajo.

De este modo, el husillo de trabajo, o el alojamiento de herramienta del husillo de trabajo, puede hacerse pivotar por ejemplo en un intervalo angular de desde 0° hasta 90° (por ejemplo, con un eje de pivotado colocado en 45° con respecto al eje de husillo).

Un perfeccionamiento especialmente ventajoso de la máquina herramienta según la invención se obtiene al estar dispuesta una sección pivotable, que sujeta el husillo de trabajo, del portahusillos, con la que puede hacerse pivotar el husillo de trabajo con respecto al eje de pivotado, de tal manera que un centro de gravedad común de la sección pivotable y del husillo de trabajo se encuentre en el punto de intersección del eje de pivotado y de la línea recta orientada verticalmente.

De este modo puede hacerse pivotar de manera especialmente ventajosa el husillo de trabajo o una sección pivotable del portahusillos, sin que a ese respecto tenga lugar un desplazamiento del centro de gravedad de la unidad de mecanizado, dado que el centro de gravedad común del husillo de trabajo y de la sección pivotable no se desplaza a pesar del pivotado. De este modo pueden además mantenerse constantes o despreciablemente reducidas las influencias de los momentos de giro generados debido a masas móviles de la unidad de mecanizado sobre las guías.

Un perfeccionamiento ventajoso adicional de la máquina herramienta según la invención consiste en que la sección de soporte está configurada como montante de máquina dispuesto sobre una bancada de máquina.

De este modo, el montante de máquina puede estar diseñado de manera estacionaria en su situación relativa con respecto a la bancada de máquina, con lo que un traslado del husillo de trabajo tiene lugar directamente en la unidad de mecanizado.

La máquina herramienta según la invención puede perfeccionarse ventajosamente al comprender la sección de soporte una sección de carro montada de manera que puede desplazarse horizontalmente.

Además, la máquina herramienta según la invención puede perfeccionarse ventajosamente al estar dispuesta la sección de carro montada sobre guías en una construcción de pórtico que puede desplazarse horizontalmente de una máquina herramienta Gantry.

Ventajosamente, la configuración de la suspensión de la máquina herramienta según la invención puede aplicarse a una construcción de pórtico desplazable de una máquina herramienta Gantry.

Mediante la máquina herramienta según la invención para el mecanizado de una pieza de trabajo pudieron simplificarse las correcciones necesarias de las trayectorias de los elementos guiados en cada caso, dado que ahora las masas, que se muevan al trasladar la unidad de mecanizado, o bien generan un momento de giro constante en

las guías o bien en determinadas guías generan incluso un momento de giro despreciablemente pequeño, concretamente de manera independiente de la posición vertical de la unidad de mecanizado, que de lo contrario tendría una influencia considerable sobre los momentos de giro que actúan. Esto puede aprovecharse ventajosamente en la corrección de las trayectorias para los ejes que pueden controlarse numéricamente, lo que a su vez conduce a una exactitud de fabricación aumentada, dado que se mejoró la exactitud geométrica de la máquina herramienta.

Aspectos adicionales y sus ventajas, así como ventajas y posibilidades de realización más especiales de los aspectos y las características descritos anteriormente se describen a partir de las siguientes descripciones y explicaciones con respecto a las figuras adjuntas, pero que no deben interpretarse de modo alguno de manera limitativa.

#### Breve descripción de las figuras

- 15 La figura 1 muestra esquemáticamente una vista en perspectiva de una forma de realización de una máquina herramienta según la invención;
- 10 la figura 2 muestra esquemáticamente una vista lateral de una forma de realización de la máquina herramienta según la invención de la figura 1;
- 20 la figura 3 muestra esquemáticamente una vista delantera de una forma de realización de la máquina herramienta según la invención de la figura 1;
- 25 la figura 4 muestra esquemáticamente una vista en detalle de una suspensión de la unidad de mecanizado de la máquina herramienta según la invención de la figura 1;
- 30 la figura 5 muestra esquemáticamente una vista lateral en detalle de una forma de realización de una máquina herramienta según la invención con un piñón roscado como engranaje para el desplazamiento de la unidad de mecanizado;
- 35 la figura 6a muestra esquemáticamente el punto de acción de la suspensión, cuando el mecanismo de accionamiento dispone de un engranaje (en este caso piñones roscados), no perteneciendo esta realización al conjunto de reivindicaciones válido;
- 40 la figura 6b muestra esquemáticamente el punto de acción de la suspensión, cuando el mecanismo de accionamiento dispone de dos engranajes (en este caso piñones roscados);
- 45 la figura 6c muestra esquemáticamente el punto de acción de la suspensión, cuando el mecanismo de accionamiento dispone de tres engranajes (en este caso piñones roscados);
- la figura 7a muestra esquemáticamente una forma de realización de la máquina herramienta según la invención con disposición variada de la guía vertical; y
- la figura 7b muestra esquemáticamente una forma de realización de la máquina herramienta según la invención con disposición variada de la guía vertical en una vista lateral.

#### Descripción detallada de las figuras y de ejemplos de realización preferidos de la presente invención

50 A continuación se describen ejemplos o ejemplos de realización de la presente invención de manera detallada haciendo referencia a las figuras adjuntas. A este respecto, los elementos iguales o similares en las figuras pueden estar identificados con los mismos números de referencia.

55 La figura 1 muestra a modo de ejemplo esquemáticamente una vista en perspectiva de una forma de realización de una máquina 100 herramienta según la invención. La máquina 100 herramienta está construida a modo de ejemplo en un modo de construcción Gantry y presenta una bancada 70 de máquina que puede colocarse sobre pies de colocación, sobre la que está dispuesta a modo de ejemplo una mesa 80 de sujeción de piezas de trabajo, sobre la que pueden sujetarse piezas de trabajo para el mecanizado.

60 La figura 2 muestra a modo de ejemplo esquemáticamente una vista lateral de una forma de realización de la máquina herramienta según la invención de la figura 1. La figura 3 muestra a modo de ejemplo esquemáticamente una vista delantera de una forma de realización de la máquina herramienta según la invención de la figura 1.

65 A los lados de la bancada 70 de máquina están dispuestas a modo de ejemplo guías 71 horizontales horizontalmente en una dirección X, sobre las que está guiado de manera desplazable a modo de ejemplo un soporte 60 de pórtico horizontalmente en la dirección X. Para accionar el desplazamiento horizontal del soporte 60 de pórtico están dispuestas a modo de ejemplo en ambos lados en paralelo a las guías 71 respectivas barras 72

roscadas, que se accionan a modo de ejemplo mediante accionamientos 73.

En el lado delantero del soporte 60 de pórtico están dispuestas a modo de ejemplo guías 61 horizontales horizontalmente en una dirección Y, sobre las que está guiada de manera desplazable a modo de ejemplo una sección 30 de soporte horizontalmente en la dirección Y. Para accionar el desplazamiento horizontal de la sección de soporte está dispuesta a modo de ejemplo en paralelo a las guías 61 una barra roscada 62, que se acciona a modo de ejemplo mediante un accionamiento 63.

En la sección 30 de soporte está sujetada a modo de ejemplo una unidad 10 de mecanizado de manera desplazable verticalmente en la dirección Z, y en el lado inferior de la unidad de mecanizado está sujetada a modo de ejemplo una unidad 13 portahusillos, en la que está dispuesto a modo de ejemplo un husillo 16 de trabajo portaherramientas. La unidad 13 portahusillos está configurada además a modo de ejemplo para hacerse rotar alrededor del eje vertical y además a modo de ejemplo la unidad 13 portahusillos presenta además a modo de ejemplo un eje de pivotado horizontal. En una realización alternativa según la figura 5, el eje de pivotado puede estar inclinado también en un ángulo oblicuo (por ejemplo, a 45° con respecto al eje de giro vertical).

Mediante el eje de giro y el eje de pivotado se proporcionan dos grados de libertad rotatorios del movimiento relativo de la herramienta sujetada en el husillo 16 de trabajo y de aquella sobre la mesa 80 de sujeción de piezas de trabajo, además de los tres grados de libertad de traslación de los ejes X, Y y Z mencionados anteriormente. Por tanto, a modo de ejemplo la máquina 100 herramienta está configurada como máquina herramienta de 5 ejes.

La unidad 10 de mecanizado puede desplazarse verticalmente a modo de ejemplo por medio de una guía 18 vertical. Sin embargo, según la invención, la unidad 10 de mecanizado no está suspendida a través de la guía 18 en la sección 30 de soporte, sino a modo de ejemplo sobre secciones 50 de suspensión, que están sujetadas a modo de ejemplo a la sección 30 de soporte. A modo de ejemplo, en la unidad 10 de mecanizado están dispuestas verticalmente dos barras 22 roscadas, que se accionan a través de accionamientos 21 en el lado superior de la unidad 10 de mecanizado.

La figura 4 muestra a modo de ejemplo esquemáticamente una vista en detalle de una suspensión de la unidad de mecanizado de la máquina herramienta según la invención de la figura 1. A modo de ejemplo, la unidad 10 de mecanizado está suspendida en puntos 11 de suspensión en las secciones 50 de suspensión, a modo de ejemplo al estar suspendidas las barras 22 roscadas en los puntos 11 de suspensión en las secciones 50 de suspensión.

De manera análoga a la figura 6b, la suspensión de la unidad 10 de mecanizado está realizada a este respecto con dos puntos 11 de suspensión, que se encuentran en un plano horizontal, de las dos secciones 50 de suspensión, encontrándose el punto 12 de acción de la suspensión exactamente entre los puntos 11 de suspensión de las dos secciones 50 de suspensión (véase a este respecto la figura 6b). Según la invención, la unidad 10 de mecanizado está diseñada de tal manera que el centro 101 de gravedad de toda la unidad 10 de mecanizado con la unidad 13 portahusillos se encuentra en una línea recta horizontal con el punto 12 de acción de la suspensión exactamente entre los puntos 11 de suspensión de las dos secciones 50 de suspensión (véase también el principio según la figura 5 y la descripción).

En consecuencia, todo el peso de la unidad 10 de mecanizado con la unidad 13 portahusillos se carga independientemente de la posición Z vertical de la unidad 10 de mecanizado siempre uniformemente sobre los dos puntos 11 de suspensión, en los que están suspendidas las barras 22 roscadas. Esto tiene el efecto ventajoso de que durante el desplazamiento de la unidad 10 de mecanizado en la dirección Z siempre está suspendido el mismo peso sobre las secciones 50 de suspensión, y por consiguiente independientemente de la posición Z de la unidad 10 de mecanizado siempre actúa el mismo momento de giro a través de las secciones 50 de suspensión sobre la sección 30 de soporte. A ese respecto, la guía 18 vertical de la unidad 10 de mecanizado se descarga siempre en los elementos 32 de guiado de la sección de soporte y en esta guía no aparece sustancialmente ningún momento de giro.

Además, independientemente de la posición Z de la unidad 10 de mecanizado actúa siempre el mismo momento de giro a través de las secciones 50 de suspensión sobre la sección 30 de soporte, de modo que también en las guías 61 horizontales de la sección 30 de soporte en el lado delantero de la sección 60 de pórtico independientemente de la posición Z de la unidad 10 de mecanizado siempre actúan los mismos momentos de giro, de modo que la exactitud de posición tiene que ajustarse una vez (por ejemplo mediante compensación numérica en el control de máquina CNC), no teniendo que realizarse sin embargo ninguna compensación dependiente de la posición en Z, dado que las fuerzas y los momentos de giro que actúan desde la sección 30 de soporte sobre la sección de pórtico 60 son independientes de la posición Z de la unidad 10 de mecanizado.

La figura 5 muestra a modo de ejemplo esquemáticamente una vista en detalle de una forma de realización de una máquina 100 herramienta según la invención con un piñón roscado como engranaje 22 para el desplazamiento de la unidad 10 de mecanizado.

A ese respecto, la unidad 10 de mecanizado se une a modo de ejemplo a través de una suspensión 11, que se

regula en la dirección vertical a través de una barra roscada montada de manera giratoria y que puede accionarse mediante un accionamiento 21 (en este a modo de ejemplo como engranaje 22), con la sección 30 de soporte a modo de ejemplo de tal manera que mediante el giro de la barra roscada puede regularse en la dirección vertical la situación relativa de la unidad 10 de mecanizado con respecto a la sección 30 de soporte.

5 A ese respecto, en la forma de realización, tal como en la figura 5, puede verse que la barra roscada durante el giro sigue el movimiento de la unidad 10 de mecanizado en la dirección vertical. Es decir, que el accionamiento 21 y el engranaje 22 del mecanismo 20 de accionamiento están unidos de manera firme con la unidad 10 de mecanizado y la suspensión 11 está unida de manera firme con la sección 30 de soporte.

10 Además, puede verse que el centro 101 de gravedad de la unidad 10 de mecanizado se encuentra a modo de ejemplo en una vista lateral sobre la barra roscada, tal como se ilustra en la vista lateral de la construcción de la máquina 100 herramienta en la figura 5. Si el mecanismo 20 de accionamiento presenta únicamente un accionamiento 21 y un engranaje 22 para el posicionamiento vertical de la unidad 10 de mecanizado, entonces el centro 101 de gravedad se encontraría sustancialmente en la barra roscada, para que todo el peso de la unidad 10 de mecanizado cargue uniformemente y de manera independiente de la posición en Z la barra roscada con tracción/presión, también cuando no haya ninguna guía 18, 32. Si están previstas dos barras roscadas (véase la figura 3), el punto 12 de acción de la suspensión está exactamente entre los puntos 11 de suspensión y entonces el centro 101 de gravedad se encontraría sustancialmente entre las barras roscadas, para que todo el peso de la unidad 10 de mecanizado cargue uniformemente y de manera independiente de la posición en Z las barras roscadas con tracción/presión, también cuando no haya ninguna guía 18, 32.

15 Esto tiene la ventaja de que la guía 18, 32 se descarga en una medida considerable, dado que durante el desplazamiento vertical de la unidad 10 de mecanizado y en las diferentes posiciones de la unidad 10 de mecanizado no se genera sustancialmente ningún momento de giro debido a la distancia de la suspensión 11 (coincidiendo con un punto 12 de acción de la suspensión 11) con respecto al centro 101 de gravedad. Así, la guía 18, 32 de la unidad 10 de mecanizado puede diseñarse para cargas considerablemente más ligeras y/o si no puede garantizarse una exactitud de guiado mayor de la unidad 10 de mecanizado por toda la longitud de guiado durante el posicionamiento vertical de la unidad 10 de mecanizado.

20 Debido a la construcción según la invención de la máquina 100 herramienta tiene lugar por así decirlo una separación entre la absorción de carga y la exactitud de guiado. A diferencia de esto, en una construcción convencional se llevan a efecto la exactitud de guiado y una gran parte de la absorción de carga por la guía correspondiente. Esto puede tener como consecuencia durante el desplazamiento de masas desplazables o cargas 25 a lo largo de la guía una deformación de la guía, cuando en gran parte tienen que absorberse las cargas mediante la guía. Debido a que una guía nunca puede configurarse de manera infinitamente rígida, en una construcción convencional tiene que encontrarse siempre un compromiso entre la exactitud de guiado y la absorción de carga.

25 Mediante la máquina 100 herramienta según la invención puede evitarse en la mayor medida posible un compromiso de este tipo, dado que toda la carga/masa de la unidad 10 de mecanizado se carga sobre el mecanismo 20 de accionamiento (o sobre la barra roscada del engranaje 22, tal como se muestra en la figura 5), concretamente de modo que el centro 101 de gravedad de la unidad 10 de mecanizado se encuentra en la barra roscada. De ese modo se evita también la generación de un momento de giro debido a la distancia de la suspensión 11 (coincidiendo con el punto 12 de acción de la suspensión 11) con respecto al centro 101 de gravedad, que tendría que absorberse 30 por la guía 18, 32. De este modo, la guía 18, 32 para el posicionamiento vertical de la unidad 10 de mecanizado ya solo tiene que absorber cargas claramente menores, lo que conduce a una mejora considerable de la exactitud de guiado por toda la longitud de la guía 18, 32.

35 Además de la construcción del mecanismo 20 de accionamiento con un accionamiento 21 y un engranaje 22 puede haber por ejemplo también dos o más accionamientos 21 y correspondientemente dos o más engranajes 22 para el posicionamiento vertical de la unidad 10 de mecanizado. Esto conduciría a que el punto 12 de acción de la suspensión 11 se encuentre sustancialmente en el centro de la distribución correspondiente de las suspensiones 11 (véanse por ejemplo las figuras 6b y 6c). El centro 101 de gravedad de la unidad 10 de mecanizado estaría entonces posicionado de modo que el centro 101 de gravedad de la unidad 10 de mecanizado y el punto 12 de acción de la suspensión 11 tengan una línea 23 recta orientada verticalmente común. A lo largo de esta línea 23 recta orientada verticalmente puede moverse entonces el centro 101 de gravedad de la unidad 10 de mecanizado durante el posicionamiento vertical de la unidad 10 de mecanizado, sin que a ese respecto se genere un momento de giro sustancial debido a una distancia de la línea 23 recta orientada verticalmente con respecto al centro 101 de gravedad, que tendría que absorberse por la guía 18, 32.

40 Sin embargo, la máquina 100 herramienta puede estar construida también de tal manera que el mecanismo 20 de accionamiento con al menos un accionamiento 21 y al menos un engranaje 22 esté sujetado a la sección 30 de soporte, de modo que la suspensión 11 esté sujetada a la unidad 10 de mecanizado y en el caso de un posicionamiento vertical de la unidad 10 de mecanizado se desplace con la unidad 10 de mecanizado. Una 45 realización de este tipo no pertenece al conjunto de reivindicaciones válido.

Además de la configuración del mecanismo 20 de accionamiento con una barra roscada, el mecanismo 20 de accionamiento puede estar realizado también como combinación de barra dentada y rueda dentada. A este respecto, un accionamiento 21 (por ejemplo, eléctrico, hidráulico o neumático) haría rotar la rueda dentada y movería de ese modo la barra dentada correspondientemente en traslación.

5 A ese respecto, una diferencia sustancial con respecto a la realización del mecanismo 20 de accionamiento con la barra roscada es que tanto el mecanismo 20 de accionamiento como el punto 12 de acción de la suspensión 11, que en este caso es el punto de contacto entre la circunferencia primitiva de la rueda dentada y la recta primitiva de la barra dentada, conservan o bien su situación relativa con respecto a la sección 30 de soporte, entonces el mecanismo 20 de accionamiento está sujetado a la sección 30 de soporte, o con respecto a la unidad 10 de mecanizado, entonces el mecanismo 20 de accionamiento está sujetado a la unidad 10 de mecanizado.

10 Además, la unidad 10 de mecanizado presenta un portahusillos 13, en el que está previsto un husillo 16 de trabajo. Con este, mediante el traslado de la unidad 10 de mecanizado puede mecanizarse una pieza de trabajo sujetada, que está sujetada por ejemplo sobre una mesa de máquina o sobre o en otro dispositivo, correspondientemente a un programa para el control de los ejes que pueden controlarse numéricamente de la máquina 100 herramienta.

15 Además, el portahusillos 13 puede presentar un dispositivo 14 de pivotado, con este hacerse pivotar una sección 15 pivotable del portahusillos 13, en la que está previsto el husillo 16 de trabajo, correspondientemente a un eje 17 de pivotado.

20 A ese respecto, el eje 17 de pivotado puede posibilitar que la sección 15 pivotable del portahusillos 13 se haga pivotar en un intervalo angular de desde +90° hasta -90°. Una realización adicional del dispositivo 14 de pivotado con un eje 17 de pivotado correspondiente puede ser que el eje 17 de pivotado esté orientado en un ángulo de preferiblemente 45° con respecto a la línea 23 recta orientada verticalmente o con respecto al eje de husillo del husillo 16 de trabajo. De este modo, el eje de husillo del husillo 16 de trabajo, que está previsto en la sección 15 pivotable del portahusillos 13, puede hacerse pivotar en un intervalo angular de desde 0° hasta 90°.

25 30 De manera especialmente ventajosa, el eje 17 de pivotado puede estar orientado de tal manera que el centro de gravedad común del husillo 16 de trabajo y de la sección 15 pivotable del portahusillos 13 esté dispuesto en el punto de intersección del eje 17 de pivotado con la línea 23 recta orientada verticalmente. De este modo, el husillo 16 de trabajo puede hacerse pivotar con respecto al eje 17 de pivotado, sin que a ese respecto se produzca un desplazamiento del centro de gravedad común del husillo 16 de trabajo y de la sección 15 pivotable del portahusillos 13 y por consiguiente el desplazamiento del centro de gravedad (centro de gravedad común) de la unidad 10 de mecanizado.

35 La unidad 10 de mecanizado se guía, tal como se muestra en el ejemplo de realización en la figura 5, mediante una guía 18, 32 con carriles 18 de guiado rectangulares en sección transversal. A ese respecto, los carriles 18 de guiado están unidos firmemente con la unidad 10 de mecanizado, de modo que estos siguen un posicionamiento vertical de la unidad 10 de mecanizado. Carros 32 de guiado, que están unidos firmemente con la sección 30 de soporte, garantizan un guiado seguro y preciso de la unidad 10 de mecanizado en relación con la sección 30 de soporte.

40 45 A ese respecto, la configuración de la guía 18, 32 puede ser muy diferente. Además de una sección transversal rectangular de los carriles 18 de guiado puede ser ventajosa también por ejemplo una sección transversal redonda o una triangular para los carriles 18 de guiado. Sin embargo, dichas posibilidades de diseño no se agotan, deben entenderse únicamente como ejemplos.

50 55 Además de la sección transversal del carril 18, en la que tiene que orientarse también la forma de los carros 32 de guiado, también el tipo de la guía 18, 32 puede estar diseñado de manera muy diferente. Además de guías deslizantes clásicas pueden usarse también las denominadas guías de circulación de bola, estando prevista a ese respecto la circulación de bola siempre en los carros 32 de guiado. Estos tienen la ventaja de poder realizarse de manera extremadamente rígida y a ese respecto presentar valores de fricción o de resistencia claramente menores que las guías deslizantes clásicas.

60 65 Además, la sección 30 de soporte puede presentar una sección 31 de carro, con la que puede desplazarse la unidad 10 de mecanizado guiada verticalmente a lo largo de una dirección horizontal. La sección 31 de carro puede usarse además como estructura portante para los carriles 18 de guiado o sino como estructura portante para los carros 32 de guiado y a ese respecto presentar también accionamientos 21 y engranajes 22 tanto para el posicionamiento vertical de la unidad 10 de mecanizado como accionamientos y engranajes para el posicionamiento horizontal de la unidad 10 de mecanizado, desplazándose conjuntamente la sección 31 de carro durante el posicionamiento horizontal.

La figura 6a muestra esquemáticamente el punto 12 de acción de la suspensión 11, cuando el mecanismo 20 de accionamiento dispone de un engranaje 22 (en este caso piñón roscado). De este modo, el punto 12 de acción de la suspensión 11 se encuentra directamente en el piñón roscado (barra roscada), de modo que el centro 101 de gravedad de la unidad 10 de mecanizado ventajosamente o bien está puesto directamente en el punto 12 de acción,

o bien si no se encuentra al menos sobre la línea 23 recta orientada verticalmente (no mostrado en la figura 6a, véase a este respecto la figura 5). Mediante el posicionamiento vertical de la unidad 10 de mecanizado se guía el centro 101 de gravedad de la unidad 10 de mecanizado a lo largo de la línea 23 recta orientada verticalmente y genera por consiguiente o bien un momento de giro constante o bien uno despreciablemente reducido en las guías correspondientes (por ejemplo, guía 18, 32) de la máquina 100 herramienta.

- 5 La figura 6b muestra esquemáticamente el punto 12 de acción de la suspensión 11, cuando el mecanismo 20 de accionamiento dispone de dos engranajes 22 (en este caso dos piñones roscados). De este modo, el punto 12 de acción de la suspensión 11 se encuentra sustancialmente en el centro de las dos suspensiones 11 (con sus puntos de suspensión, que se encuentran sustancialmente en el centro de la barra roscada), de modo que el punto 12 de acción presenta sustancialmente la misma distancia ( $L_1 = L_2$ ) con respecto a las suspensiones 11. Debido a esto, el centro 101 de gravedad de la unidad 10 de mecanizado puede ventajosamente o bien ponerse directamente en el punto 12 de acción, o bien sino encontrarse al menos sobre la línea 23 recta orientada verticalmente (no mostrado en la figura 6b, véase a este respecto la figura 5). También, en este caso mediante el posicionamiento vertical de la unidad 10 de mecanizado puede guiarse el centro 101 de gravedad de la unidad 10 de mecanizado a lo largo de la línea 23 recta orientada verticalmente y genera de ese modo también o bien un momento de giro constante o bien uno despreciablemente reducido en las guías correspondientes (por ejemplo, guía 18, 32) de la máquina 100 herramienta.
- 10 La figura 6c muestra esquemáticamente el punto 12 de acción de la suspensión 11, cuando el mecanismo 20 de accionamiento dispone de tres engranajes 22 (en este caso piñones roscados). De este modo, el punto 12 de acción de la suspensión 11 se encuentra sustancialmente en el centro de la distribución espacial de las tres suspensiones 11 (con sus puntos de suspensión, que se encuentran sustancialmente en el centro de la barra roscada), de modo que el punto 12 de acción presenta sustancialmente la misma distancia ( $L_1 = L_2 = L_3$ ) con respecto a las suspensiones 11. Debido a esto, el centro 101 de gravedad de la unidad 10 de mecanizado puede ventajosamente o bien ponerse directamente en el punto 12 de acción, o bien si no encontrarse al menos sobre la línea 23 recta orientada verticalmente (no mostrado en la figura 6b, véase a este respecto la figura 5). También puede guiarse en este punto de nuevo el centro 101 de gravedad de la unidad 10 de mecanizado, mediante el posicionamiento vertical de la unidad 10 de mecanizado, a lo largo de la línea 23 recta orientada verticalmente y genera también en este caso o bien un momento de giro constante o bien uno despreciablemente reducido en las guías correspondientes (por ejemplo, guía 18, 32) de la máquina 100 herramienta.
- 15 La figura 6c muestra esquemáticamente el punto 12 de acción de la suspensión 11, cuando el mecanismo 20 de accionamiento dispone de tres engranajes 22 (en este caso piñones roscados). De este modo, el punto 12 de acción de la suspensión 11 se encuentra sustancialmente en el centro de la distribución espacial de las tres suspensiones 11 (con sus puntos de suspensión, que se encuentran sustancialmente en el centro de la barra roscada), de modo que el punto 12 de acción presenta sustancialmente la misma distancia ( $L_1 = L_2 = L_3$ ) con respecto a las suspensiones 11. Debido a esto, el centro 101 de gravedad de la unidad 10 de mecanizado puede ventajosamente o bien ponerse directamente en el punto 12 de acción, o bien si no encontrarse al menos sobre la línea 23 recta orientada verticalmente (no mostrado en la figura 6b, véase a este respecto la figura 5). También puede guiarse en este punto de nuevo el centro 101 de gravedad de la unidad 10 de mecanizado, mediante el posicionamiento vertical de la unidad 10 de mecanizado, a lo largo de la línea 23 recta orientada verticalmente y genera también en este caso o bien un momento de giro constante o bien uno despreciablemente reducido en las guías correspondientes (por ejemplo, guía 18, 32) de la máquina 100 herramienta.
- 20 La figura 6c muestra esquemáticamente el punto 12 de acción de la suspensión 11, cuando el mecanismo 20 de accionamiento dispone de tres engranajes 22 (en este caso piñones roscados). De este modo, el punto 12 de acción de la suspensión 11 se encuentra sustancialmente en el centro de la distribución espacial de las tres suspensiones 11 (con sus puntos de suspensión, que se encuentran sustancialmente en el centro de la barra roscada), de modo que el punto 12 de acción presenta sustancialmente la misma distancia ( $L_1 = L_2 = L_3$ ) con respecto a las suspensiones 11. Debido a esto, el centro 101 de gravedad de la unidad 10 de mecanizado puede ventajosamente o bien ponerse directamente en el punto 12 de acción, o bien si no encontrarse al menos sobre la línea 23 recta orientada verticalmente (no mostrado en la figura 6b, véase a este respecto la figura 5). También puede guiarse en este punto de nuevo el centro 101 de gravedad de la unidad 10 de mecanizado, mediante el posicionamiento vertical de la unidad 10 de mecanizado, a lo largo de la línea 23 recta orientada verticalmente y genera también en este caso o bien un momento de giro constante o bien uno despreciablemente reducido en las guías correspondientes (por ejemplo, guía 18, 32) de la máquina 100 herramienta.

30 La situación del punto 12 de acción en una realización del mecanismo 20 de accionamiento con una combinación de rueda dentada-barra dentada se representaría de manera comparable, en cuanto a la situación mostrada en las figuras 6a a 6c del punto 12 de acción en el caso de un piñón roscado. Esto significa que en el caso de una barra dentada y una rueda dentada el punto 12 de acción de la suspensión 11 se encontraría directamente en el punto de contacto de la circunferencia primitiva de la rueda dentada y la recta primitiva de la barra dentada (véase a ese respecto la figura 6a y la descripción correspondiente), que en el caso de dos barras dentadas y correspondientemente dos ruedas dentadas el punto 12 de acción de la suspensión 11 se encontraría sustancialmente en el centro ( $L_1 = L_2$ ) de los puntos de contacto de la circunferencia primitiva de las ruedas dentadas y la recta primitiva de las barras dentadas (véase a ese respecto la figura 6b y la descripción correspondiente), y que en el caso de tres barras dentadas y correspondientemente tres ruedas dentadas el punto 12 de acción de la suspensión 11 se encontraría sustancialmente en el centro ( $L_1 = L_2 = L_3$ ) de la distribución espacial de los puntos de contacto de la circunferencia primitiva de las ruedas dentadas y la recta primitiva de las barras dentadas (véase a ese respecto la figura 6c y la descripción correspondiente) y por consiguiente se generaría o bien un momento de giro constante o bien uno despreciablemente reducido en las guías correspondientes (por ejemplo, guía 18, 32) de la máquina 100 herramienta.

35 La figura 7a muestra esquemáticamente una forma de realización de la máquina 100 herramienta según la invención con disposición variada de la guía 18, 32 vertical. A ese respecto, en la figura 7a no se muestra el mecanismo 20 de accionamiento con un accionamiento 21 y un engranaje 22, para poder reconocer algo mejor la configuración de la guía 18, 32 vertical, variada.

40 La figura 7a muestra esquemáticamente una forma de realización de la máquina 100 herramienta según la invención con disposición variada de la guía 18, 32 vertical. A ese respecto, en la figura 7a no se muestra el mecanismo 20 de accionamiento con un accionamiento 21 y un engranaje 22, para poder reconocer algo mejor la configuración de la guía 18, 32 vertical, variada.

45 La figura 7a muestra esquemáticamente una forma de realización de la máquina 100 herramienta según la invención con disposición variada de la guía 18, 32 vertical. A ese respecto, en la figura 7a no se muestra el mecanismo 20 de accionamiento con un accionamiento 21 y un engranaje 22, para poder reconocer algo mejor la configuración de la guía 18, 32 vertical, variada.

50 La figura 7a muestra esquemáticamente una forma de realización de la máquina 100 herramienta según la invención con disposición variada de la guía 18, 32 vertical. A ese respecto, en la figura 7a no se muestra el mecanismo 20 de accionamiento con un accionamiento 21 y un engranaje 22, para poder reconocer algo mejor la configuración de la guía 18, 32 vertical, variada.

55 La figura 7a muestra esquemáticamente una forma de realización de la máquina 100 herramienta según la invención con disposición variada de la guía 18, 32 vertical. A ese respecto, en la figura 7a no se muestra el mecanismo 20 de accionamiento con un accionamiento 21 y un engranaje 22, para poder reconocer algo mejor la configuración de la guía 18, 32 vertical, variada.

60 En el caso de una configuración de este tipo de la guía 18, 32, la ventaja radica en que la distancia vertical del husillo 16 de trabajo sujetado en el portahusillos 13 o una herramienta alojada por el husillo 16 de trabajo es siempre constante con respecto a los carros 32 de guiado, de modo que estos funcionan en cualquier posición de la unidad 10 de mecanizado como puntos de apoyo. Si se generan ahora fuerzas en la herramienta, que actúan por ejemplo en la dirección horizontal, entonces la unidad 10 de mecanizado se comporta como una estructura que se deforma, que está unida mediante los puntos de apoyo (en este caso los carros 32 de guiado) firmemente con la sección 30 de soporte o la sección 31 de carro.

65 En el caso de una configuración de este tipo de la guía 18, 32, la ventaja radica en que la distancia vertical del husillo 16 de trabajo sujetado en el portahusillos 13 o una herramienta alojada por el husillo 16 de trabajo es siempre constante con respecto a los carros 32 de guiado, de modo que estos funcionan en cualquier posición de la unidad 10 de mecanizado como puntos de apoyo. Si se generan ahora fuerzas en la herramienta, que actúan por ejemplo en la dirección horizontal, entonces la unidad 10 de mecanizado se comporta como una estructura que se deforma, que está unida mediante los puntos de apoyo (en este caso los carros 32 de guiado) firmemente con la sección 30 de soporte o la sección 31 de carro.

Ventajosamente puede predecirse ahora muy bien, en el caso de fuerzas conocidas, que actúan por ejemplo sobre la herramienta, y en el caso de relaciones estructurales conocidas de la unidad 10 de mecanizado, el comportamiento de rigidez de la unidad 10 de mecanizado. Dado que los puntos de apoyo (carros 32 de guiado) presentan en relación con la unidad 10 de mecanizado siempre la misma posición, el comportamiento de rigidez de la unidad 10 de mecanizado es constante en todas las posiciones verticales de la unidad 10 de mecanizado con respecto a la sección 30 de soporte/sección 31 de carro, dado que no tiene lugar ninguna variación de la distancia con respecto al husillo 10 de trabajo o de la herramienta alojada en el husillo 10 de trabajo con respecto a los puntos de apoyo (carros 32 de guiado). Esto posibilita ahora una corrección muy precisa de los ejes controlados numéricamente, independientemente del posicionamiento vertical de la unidad 10 de mecanizado.

La figura 7b muestra esquemáticamente una forma de realización de la máquina 100 herramienta según la invención con disposición variada de la guía 18, 32 vertical en una vista lateral. A ese respecto, tampoco se muestra en la figura 7b el mecanismo 20 de accionamiento con un accionamiento 21 y un engranaje 22, para poder reconocer algo mejor la configuración de la guía 18, 32 vertical, variada.

Adicionalmente, en comparación con la figura 7a, en la figura 7b se muestra la unidad 10 de mecanizado en dos posiciones verticales, diferentes, pudiendo verse en la representación izquierda la unidad 10 de mecanizado en una posición verticalmente inferior y pudiendo verse en la representación derecha la unidad 10 de mecanizado en una posición verticalmente superior.

Al comparar las dos representaciones puede reconocerse cómo siguen los carros 32 de guiado a la unidad 10 de mecanizado en su respectiva posición vertical y de ese modo la distancia del husillo 16 de trabajo o de una herramienta alojada en el husillo 16 de trabajo con respecto a los carros 32 de guiado es siempre constante. Este conduce al comportamiento de rigidez, tal como ya se ha descrito anteriormente, siempre igual en el caso de fuerzas conocidas, independientemente de la posición vertical de la unidad 10 de mecanizado.

#### **Lista de los números de referencia**

- |    |                                     |
|----|-------------------------------------|
| 10 | unidad de mecanizado                |
| 11 | suspensión                          |
| 12 | punto de acción de la suspensión    |
| 13 | portahusillos                       |
| 14 | dispositivo de pivotado             |
| 15 | sección pivotable del portahusillos |
| 16 | husillo de trabajo                  |
| 17 | eje de pivotado                     |
| 18 | carril de guiado (guías en Z)       |
| 20 | mecanismo de accionamiento          |
| 21 | accionamiento (accionamiento en Z)  |
| 22 | engranajes (barras roscadas)        |
| 23 | línea recta orientada verticalmente |
| 30 | sección de soporte                  |
| 31 | sección de carro                    |
| 32 | carro de guiado                     |
| 50 | sección de suspensión               |
| 60 | sección de pórtico                  |
| 61 | guías (guías en Y)                  |
| 62 | barra roscada                       |
| 63 | accionamiento en Y                  |
| 70 | bancada de máquina                  |
| 71 | guías (guías en X)                  |

- 72 barras roscadas
- 73 accionamiento en X
- 80 mesa de sujeción de piezas de trabajo
- 100 máquina herramienta
- 101 centro de gravedad de la unidad de mecanizado

## REIVINDICACIONES

1. Máquina (100) herramienta para el mecanizado de una pieza de trabajo, con
  - 5 - una sección (30) de soporte, en la que está dispuesta al menos una guía (18, 32) vertical,
  - una unidad (10) de mecanizado guiada de manera móvil verticalmente en la al menos una guía (18, 32) vertical de la sección (30) de soporte para el mecanizado de una pieza de trabajo en la máquina (100) herramienta,
  - 10 - un mecanismo (20) de accionamiento que presenta al menos dos accionamientos (21) y al menos dos engranajes (22), que está configurado para accionar un desplazamiento de la unidad (10) de mecanizado en la dirección vertical a lo largo de la al menos una guía (18, 32) vertical de la sección (30) de soporte,
  - 15 estando suspendida la unidad (10) de mecanizado en una o varias secciones de engranaje de los al menos dos engranajes (22) del mecanismo (20) de accionamiento de tal manera que el centro (101) de gravedad de la unidad (10) de mecanizado esté dispuesto con un punto (12) de acción, dispuesto sustancialmente en el centro de suspensiones individuales de la suspensión (11), de la suspensión (11) de la unidad (10) de mecanizado en el mecanismo (20) de accionamiento en una línea (23) recta orientada verticalmente común,
  - 20 caracterizada porque
  - 25 el mecanismo (20) de accionamiento está dispuesto de tal manera que el mecanismo de accionamiento durante el desplazamiento de la unidad (10) de mecanizado conserva su situación relativa para la unidad (10) de mecanizado y la situación relativa del punto (12) de acción de la suspensión (11) con respecto a la sección (30) de soporte se mantiene sustancialmente constante.
2. Máquina (100) herramienta según la reivindicación 1, caracterizada porque
  - 30 la unidad (10) de mecanizado está suspendida en la una o varias secciones de engranaje de los al menos dos engranajes (22) del mecanismo (20) de accionamiento de tal manera que durante el desplazamiento en la dirección vertical sobre la sección (30) de soporte actúa un momento de giro constante.
3. Máquina (100) herramienta según la reivindicación 1 o 2, caracterizada porque
  - 35 la unidad (10) de mecanizado está suspendida en la una o varias secciones de engranaje de los al menos dos engranajes (22) del mecanismo (20) de accionamiento de tal manera que durante el desplazamiento en la dirección vertical sobre la al menos una guía (18, 32) vertical de la sección (30) de soporte no actúa sustancialmente ningún momento de giro.
4. Máquina (100) herramienta según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque
  - 40 durante el desplazamiento de la unidad (10) de mecanizado en la dirección vertical el punto (12) de acción de la suspensión (11) y/o el centro (101) de gravedad de la unidad (10) de mecanizado se mueven a lo largo de la línea (23) recta orientada verticalmente.
  - 45
  - 5. Máquina (100) herramienta según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque
    - 50 el mecanismo (20) de accionamiento está configurado como mecanismo de accionamiento autobloqueante, y
    - 55 el mecanismo (20) de accionamiento comprende al menos un piñón roscado, preferiblemente al menos un piñón roscado esférico, y
    - 60 en un engranaje (22) la al menos una guía (18, 32) vertical de la unidad (10) de mecanizado está dispuesta de tal manera que el centro (101) de gravedad de la unidad (10) de mecanizado durante el desplazamiento de la unidad (10) de mecanizado en la dirección vertical se empuja de manera sustancialmente concéntrica hacia una barra roscada del piñón roscado, en particular a lo largo de la línea (23) recta orientada verticalmente, y
    - 65 la barra roscada está dispuesta axialmente con la línea (23) recta orientada verticalmente.
  - 6. Máquina (100) herramienta según la reivindicación 4, caracterizada porque
    - el mecanismo (20) de accionamiento comprende al menos una combinación de rueda dentada-barra dentada, preferiblemente al menos una combinación de rueda dentada-barra dentada de dentado oblicuo, y

en un engranaje (22) la al menos una guía (18, 32) vertical de la unidad (10) de mecanizado está dispuesta de tal manera que el centro (101) de gravedad de la unidad (10) de mecanizado durante el desplazamiento de la unidad (10) de mecanizado se guía en la dirección vertical sustancialmente en el punto de contacto de la circunferencia primitiva de la rueda dentada y de la recta primitiva de la barra dentada.

- 5           7. Máquina (100) herramienta según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque  
10          la unidad (10) de mecanizado comprende un portahusillos (13) que porta un husillo (16) de trabajo, y  
10          el portahusillos (13) comprende un dispositivo (14) de pivotado para hacer pivotar el husillo (16) de trabajo con respecto a un eje (17) de pivotado, y  
15          el eje (17) de pivotado está dispuesto en perpendicular o de manera oblicua, preferiblemente en un ángulo de 45º, con respecto a un eje de husillo del husillo (16) de trabajo.  
15          8. Máquina (100) herramienta según la reivindicación 7, caracterizada porque  
20          una sección (15) pivotable, que sujeta el husillo (16) de trabajo, del portahusillos (13), con la que puede hacerse pivotar el husillo (16) de trabajo con respecto al eje (17) de pivotado, está dispuesta de tal manera que un centro de gravedad común de la sección (15) pivotable y del husillo (16) de trabajo se encuentra en el punto de intersección del eje (17) de pivotado y de la línea (23) recta orientada verticalmente.  
25          9. Máquina (100) herramienta según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque  
25          la sección (30) de soporte está configurada como montante de máquina dispuesto sobre una bancada (70) de máquina.  
30          10. Máquina (100) herramienta según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada porque  
30          la sección (30) de soporte comprende una sección (31) de carro montada de manera que puede desplazarse horizontalmente, y  
35          la sección (31) de carro está dispuesta montada sobre guías en una construcción de pórtico que puede desplazarse horizontalmente de una máquina herramienta Gantry.

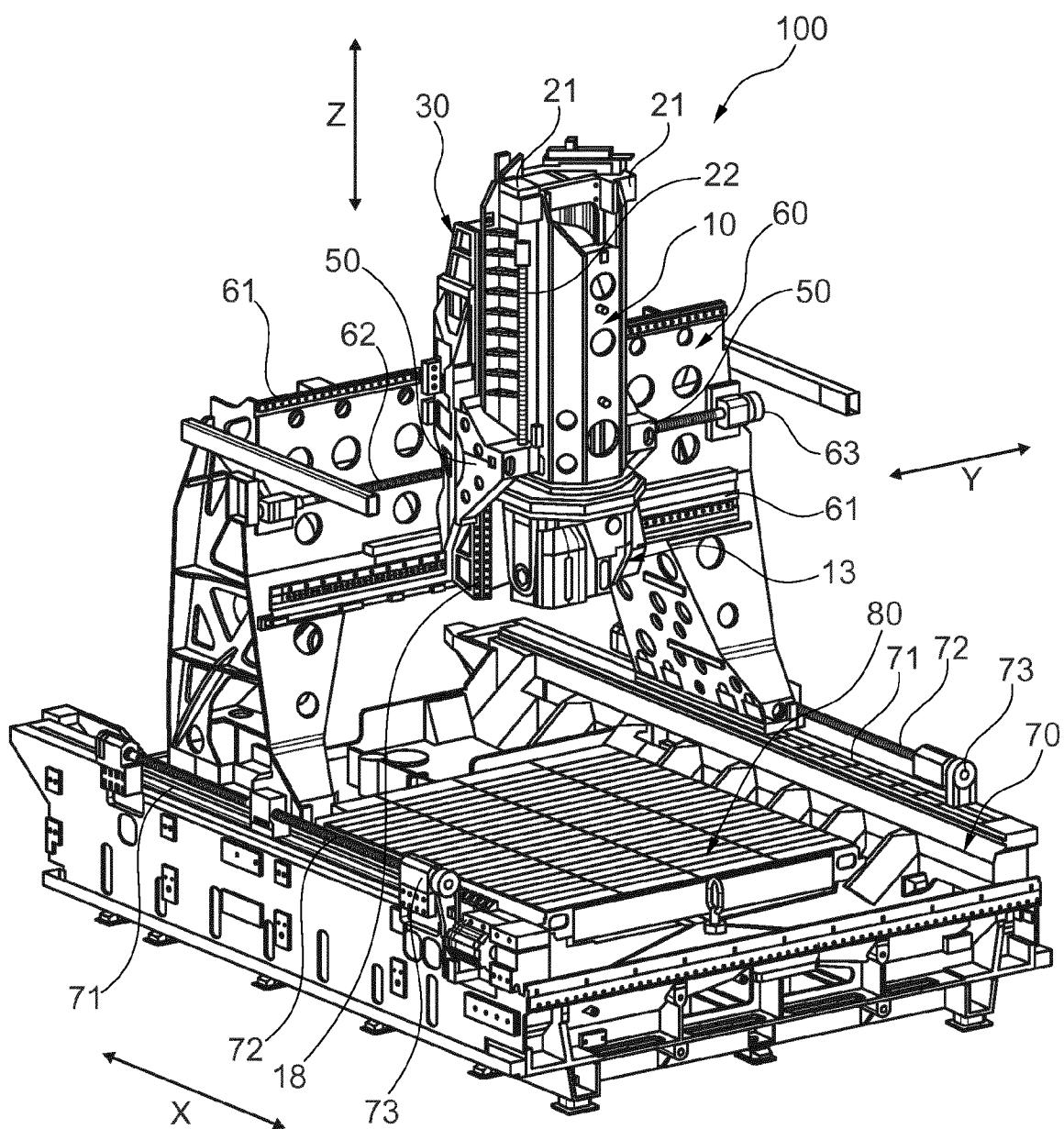


Fig. 1

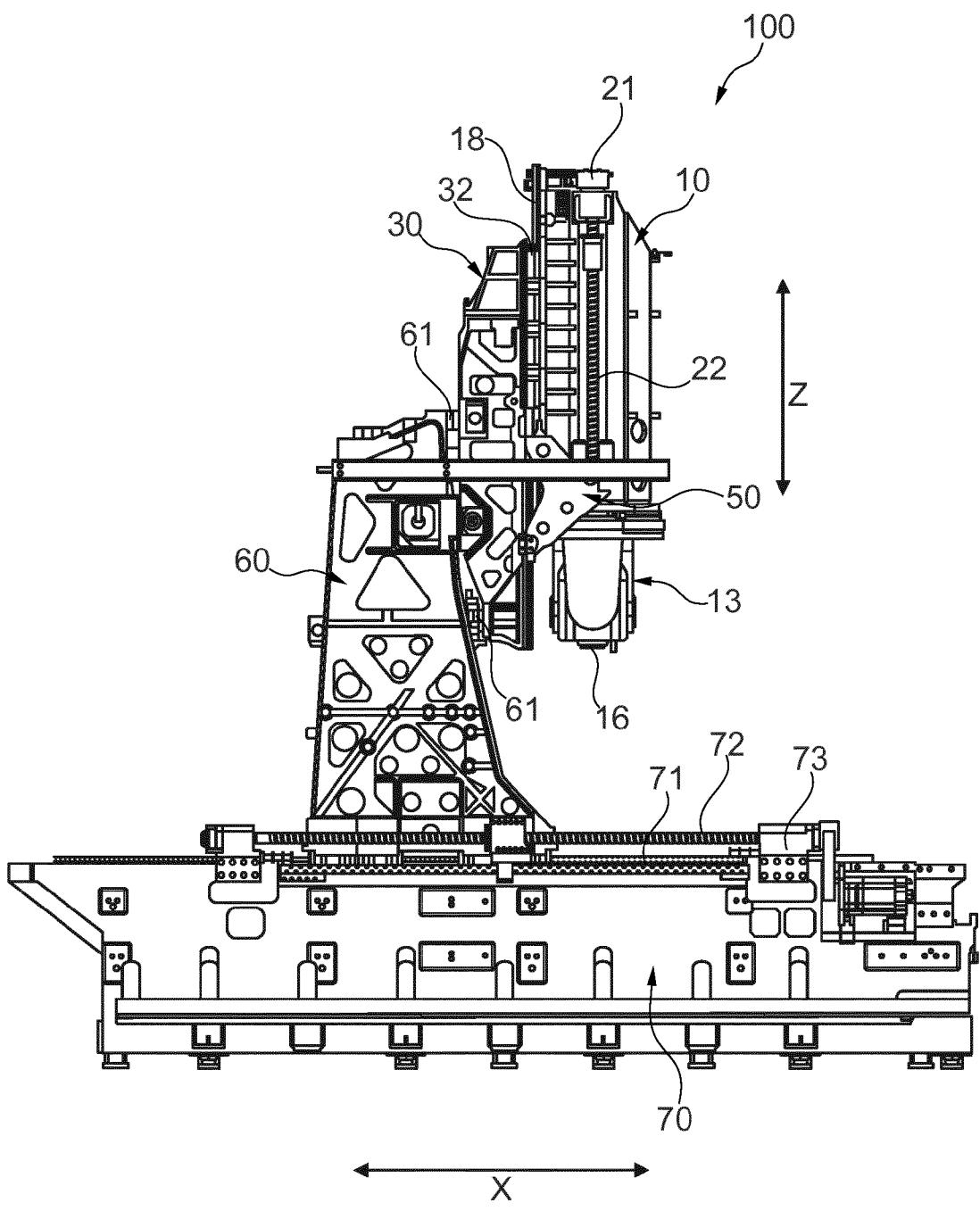


Fig. 2

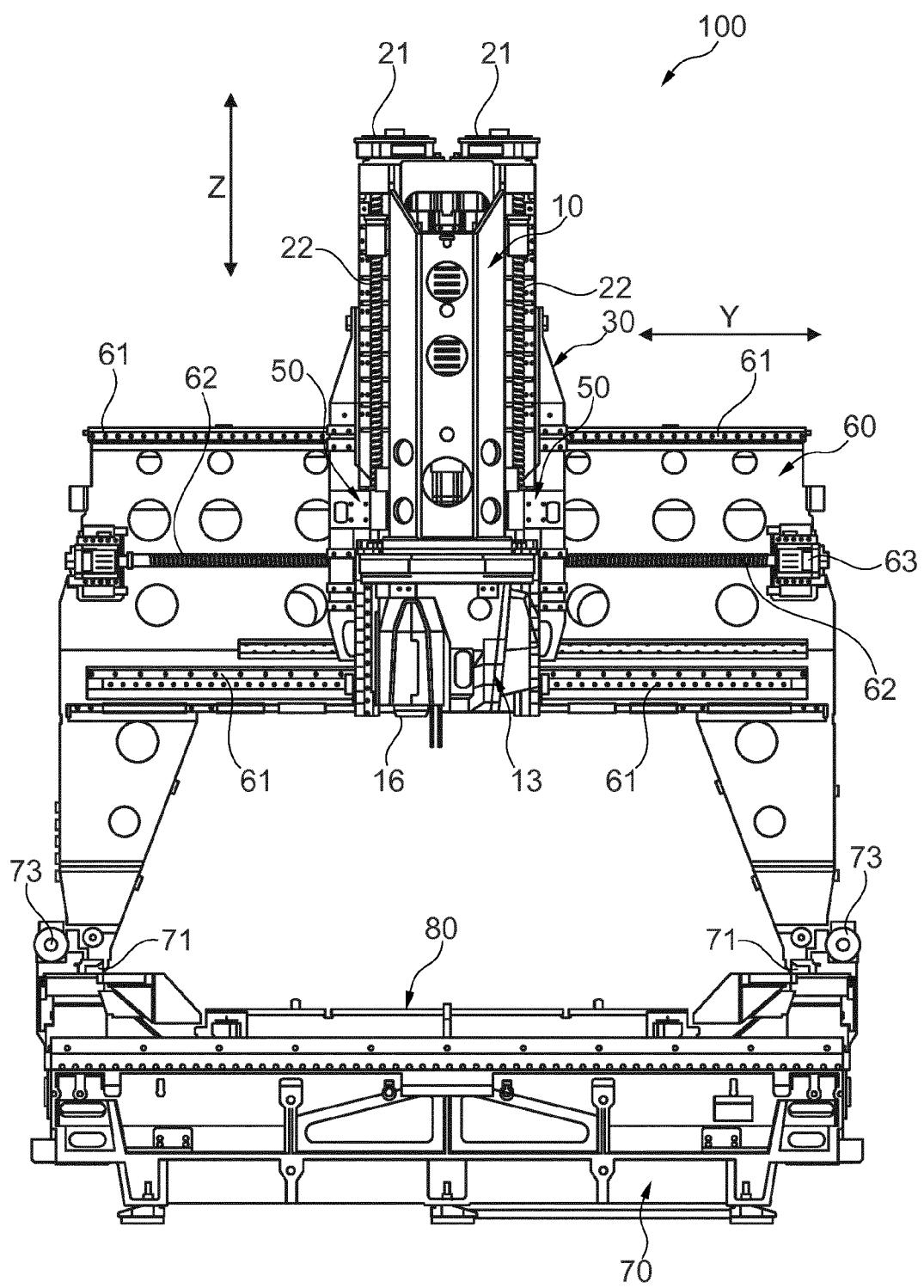


Fig. 3

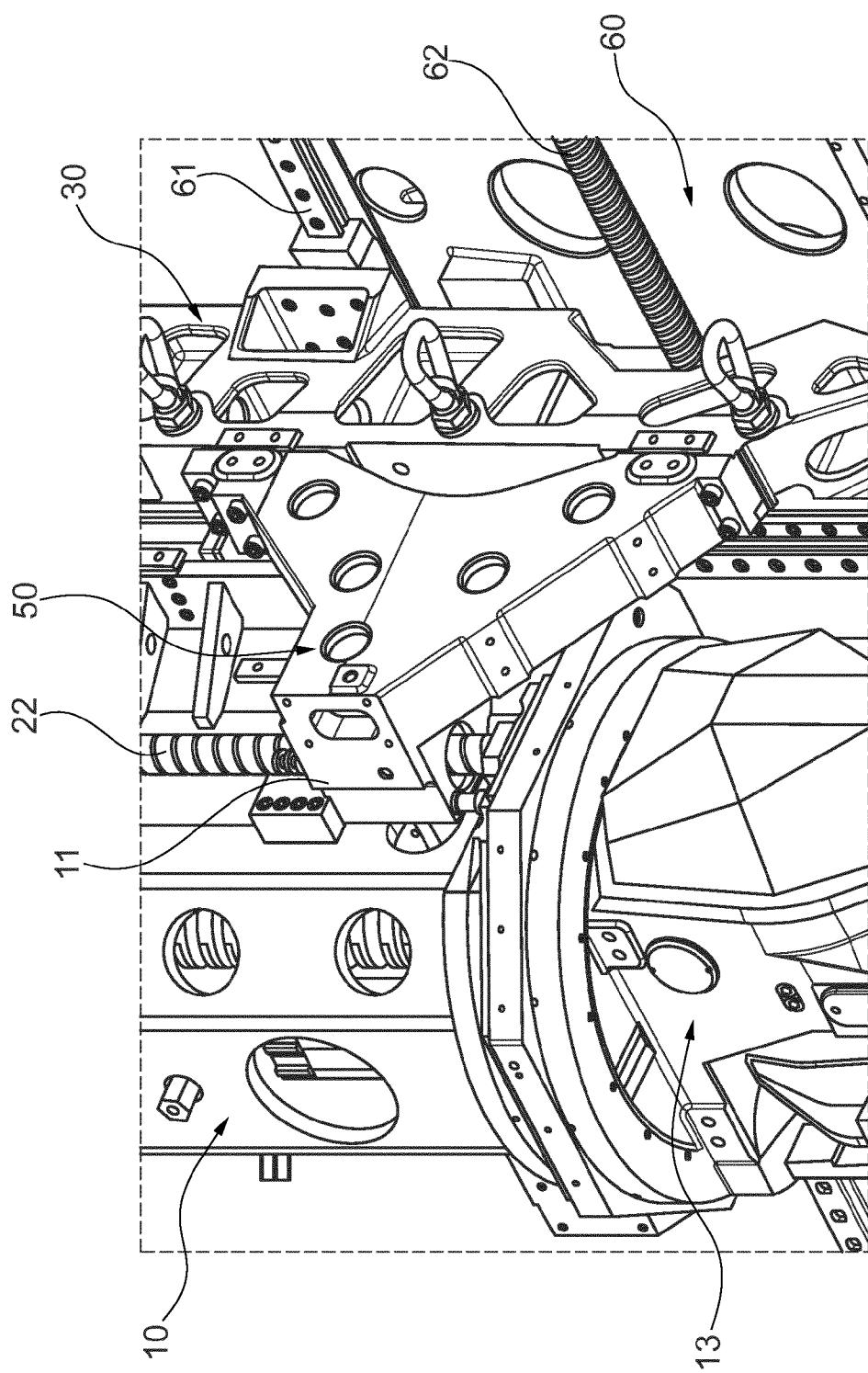


Fig. 4

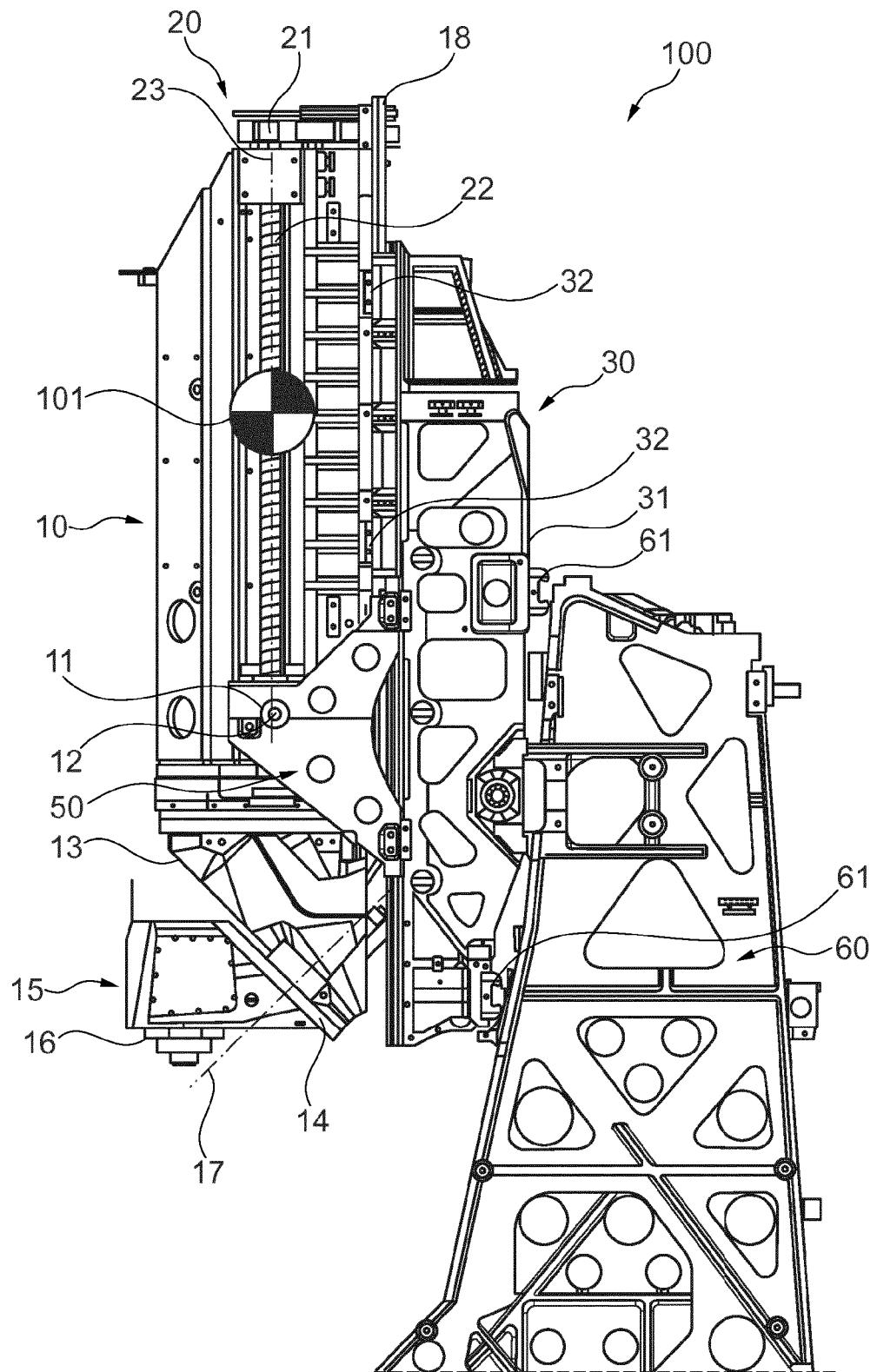


Fig. 5

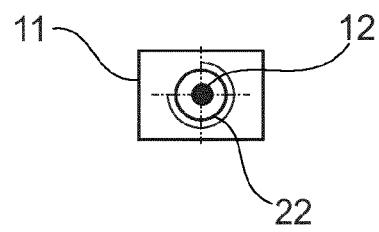


Fig. 6a

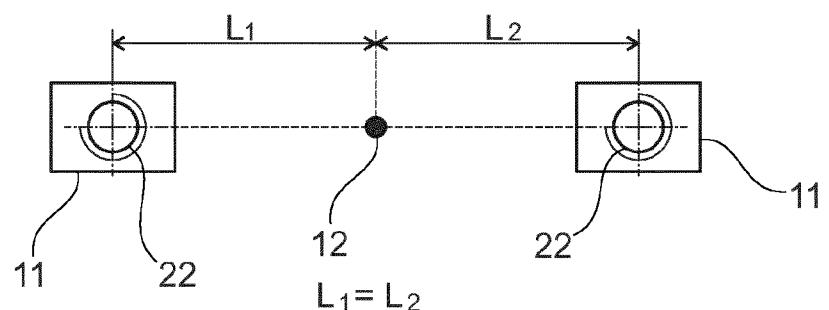


Fig. 6b

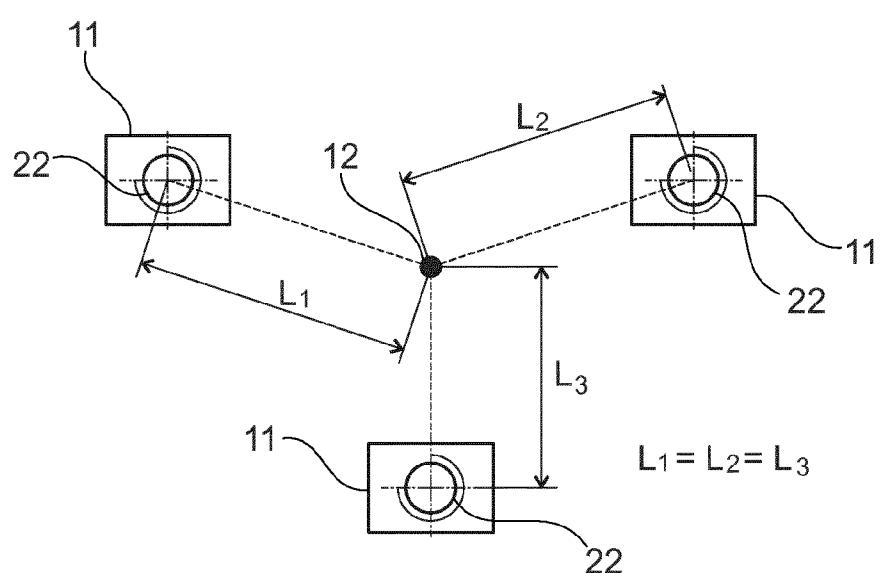
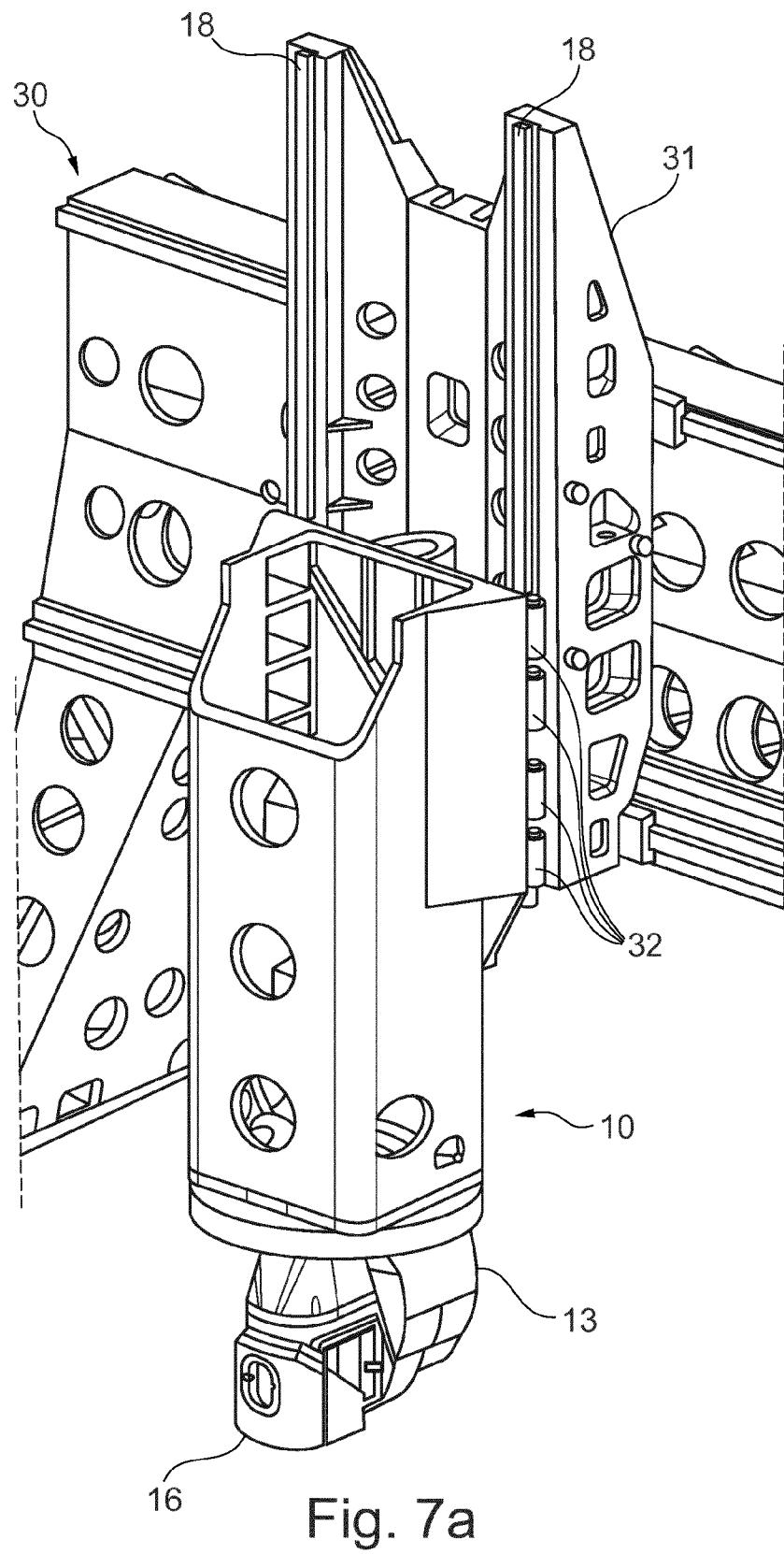


Fig. 6c



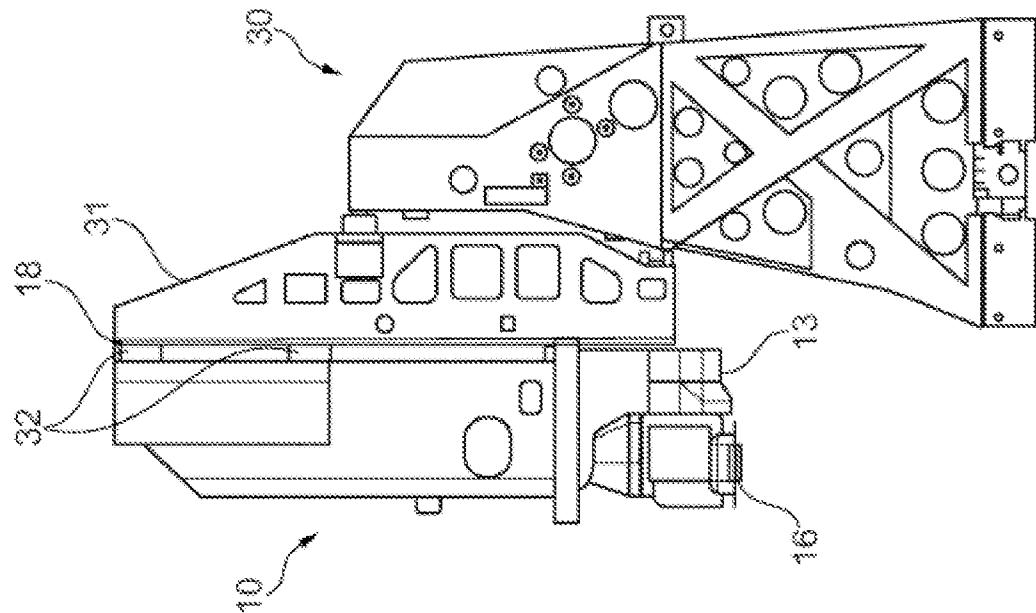


Fig. 7b

