

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 546 180**

51 Int. Cl.:

**B23Q 1/62** (2006.01)

**B23Q 11/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.06.2013 E 13171946 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.08.2015 EP 2813318**

54 Título: **Máquina herramienta con pandeo de herramienta compensado y caída de herramienta ajustable**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**21.09.2015**

73 Titular/es:

**SCHWÄBISCHE WERKZEUGMASCHINEN GMBH  
(100.0%)  
Seedorfer Strasse 91  
78713 Schramberg-Waldmössingen, DE**

72 Inventor/es:

**ARMLEDER, WOLFGANG**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Nuria**

**ES 2 546 180 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 con pandeo de herramienta compensado y caída de herramienta ajustable

- 5 La invención se refiere a una máquina herramienta con una unidad de carro que comprende un carro X, un carro Y y un carro Z, cuyo carro Z presenta un husillo de trabajo horizontal que aloja una herramienta de procesamiento, en la que el carro Z está guiado de manera que puede desplazarse en el carro X en una primera dirección horizontal, el carro X en el carro Y en una segunda dirección horizontal y el carro Y en una guía Y vertical estacionaria en una dirección vertical (EP-A-0 742 072).
- 10 En el empleo de tales máquinas herramientas horizontales, es decir en máquinas herramientas con husillos de trabajo horizontales, puede ajustarse un pandeo condicionado por la gravedad de la herramienta de procesamiento alojada en el husillo de trabajo, por lo que la precisión de procesamiento se ve influida de manera desventajosa. Un pandeo de este tipo está especialmente acentuado de forma intensa en herramientas de procesamiento pesadas y largas. El pandeo puede llevar a que, por ejemplo, la punta de una herramienta configuradas como taladro no se coloque en el lugar previsto para el procesamiento de la pieza de trabajo sino desviándose algo más hacia abajo. Sin embargo, si en el procesamiento de pieza de trabajo se requiere una alta precisión de acabado esta desviación puede llevar ya a que la pieza de trabajo deba clasificarse como pieza desechada.
- 15 Además, especialmente en fabricaciones especiales, existe el deseo de una posibilidad de ajuste de una caída de herramienta predeterminada, es decir de una orientación de la herramienta, encauzada, que se desvía de la horizontal para aplicar, por ejemplo, perforaciones bajo ángulos especificados en la pieza de trabajo.
- 20 Es objetivo de la invención configurar una máquina herramienta del tipo mencionado al principio en el sentido de que puede compensarse un pandeo de la herramienta al menos parcialmente y puede ajustarse una caída de herramienta deseada.
- 25 Este objetivo se resuelve con una máquina herramienta del tipo mencionado al principio de acuerdo con la invención porque el carro Y comprende al menos una parte de rodadura que está guiada de manera que puede desplazarse en la guía Y, y al menos una parte pivotante que está alojada en la parte de rodadura de manera que puede pivotar alrededor de un eje de pivote que discurre en la dirección X, y porque está prevista una unidad de ajuste para pivotar la parte pivotante con respecto a la parte de rodadura para compensar un pandeo de herramienta condicionado por la gravedad o ajustar una caída de herramienta predeterminada.
- 30 De acuerdo con la invención, para compensar un pandeo de herramienta y para ajustar una caída de herramienta la parte pivotante puede pivotarse con un ángulo correspondiente, es decir, con respecto a la parte de rodadura, por lo que hasta la parte de rodadura del carro Y toda la unidad de carro pivota junto con la herramienta alojada en el husillo de trabajo.
- 35 Para determinar el ángulo de pivote requerido para la compensación en el caso individual, la máquina herramienta puede presentar un dispositivo de medición que registre el pandeo que va a compensarse. El pandeo registrado puede calcularse entonces, por ejemplo, mediante un programa de procesamiento de datos que se desarrolla en una unidad de control en un ángulo de pivote que va a ajustarse de la parte pivotante. La unidad de control activa entonces la unidad de ajuste de tal manera que el ángulo de pivote calculado se ajusta. En el sentido de la invención la parte pivotante está alojada también de manera pivotante en la parte de rodadura, si no está previsto ningún cojinete giratorio como tal y, por ejemplo, la parte pivotante está configurada al menos parcialmente de manera elástica o flexible y está alojada o fijada directamente en la parte de rodadura o cuando la parte de rodadura y la parte pivotante están configuradas de una sola pieza y en la zona del eje de pivote al menos parcialmente de manera elástica o flexible.
- 40 En una forma de realización ventajosa la parte pivotante está acoplada mediante un cojinete giratorio con la parte de rodadura. Al prever un cojinete giratorio como tal el ángulo de pivote puede aumentarse entre la parte de rodadura y la parte pivotante.
- 45 En una forma de realización ventajosa la unidad de ajuste como miembro de ajuste presenta un elemento expansible que puede empujarse entre la parte de rodadura y la parte pivotante que, por ejemplo, puede estar configurado en forma de cuña. Mediante un elemento expansible en forma de cuña de este tipo pueden transmitirse fuerzas de expansión relativamente grandes a la parte pivotante.
- 50 Preferiblemente el miembro de ajuste de la unidad de ajuste está accionado de manera eléctrica, especialmente piezoeléctrica, hidráulica o neumática. Preferiblemente en el caso de miembros de ajuste se trata de miembros de ajuste con una realimentación derivada de posición y de velocidad a modo de ejes NC que permiten un direccionamiento con fines de control o de regulación.
- 55 En una forma de realización especialmente ventajosa el carro Y comprende a ambos lados en cada caso una parte de rodadura que está guiada en una guía Y en la dirección Y, y una parte pivotante que está alojada de manera
- 60
- 65

pivotante en las dos partes de rodadura alrededor de un eje de pivote que discurre en la dirección X y porque entre cada una de las dos partes de rodadura y la parte pivotante está dispuesta en cada caso una unidad de ajuste que puede dirigirse por separado, para compensar un pandeo de herramienta condicionado por la gravedad o ajustar una caída de herramienta predeterminada. Al poder dirigirse individualmente las dos unidades de ajuste los dos  
5 lados de la parte pivotante pueden pivotarse en un ángulo sincrónico o en un ángulo asincrónico para compensar un pandeo de herramienta o conseguir un ajuste de caída y dirección vertical y/o horizontal.

Otras ventajas de la invención resultan de la descripción y del dibujo. Asimismo las características anteriormente mencionadas y expuestas más delante de acuerdo con la invención pueden encontrar empleo de manera individual  
10 por sí mismas o en cualquier combinación. Las formas de realización mostradas y descritas no han de entenderse como enumeración concluyente sino que tienen más bien un carácter ejemplar para la exposición de la invención. La invención se representa esquemáticamente en las figuras de manera que las características esenciales de la invención pueden distinguirse bien. Las representaciones no han de entenderse necesariamente en escala exacta.

15 Muestran:

La figura 1 una máquina herramienta de acuerdo con la invención en una vista lateral;

20 La figura 2 una vista detallada de una unidad de ajuste de la máquina herramienta de la figura 1;

La figura 3 una vista detallada de un cojinete giratorio de la figura 1;

La figura 4 una máquina herramienta de varios husillos de acuerdo con la invención en una vista delantera con dos carros X posicionados en el centro con simetría de espejo;

25 La figura 5 la máquina herramienta con varios husillos de la figura 4 con dos carros X posicionados en el centro de manera asimétrica; y

30 La figura 6 una vista lateral de la máquina herramienta de varios husillos de la figura 4.

En la siguiente descripción del dibujo se emplean para los mismos elementos constructivos o de igual función idénticos números de referencia.

35 En la figura 1 se representa una máquina herramienta 1 horizontal con una unidad de carro 5 que comprende un carro X, un carro Y, y un carro Z 2, 3, 4, presentando el carro Z 4 de la unidad de carro 5 un husillo de trabajo 7 horizontal en el que está alojado una herramienta de procesamiento 6. Para procesar una pieza de trabajo 8 representada a la izquierda de la figura 1 y sujeta normalmente en un mandril de sujeción estacionario la herramienta de procesamiento 6 configurada como taladro se sujeta en primer lugar en el husillo de trabajo 7 del carro Z 4 o bien en un mandril de sujeción del husillo de trabajo 7 y a continuación se hace funcionar de manera rotatoria en la pieza de trabajo 8. El carro Z 4 está guiado de manera desplazable en el carro X 2 en una primera  
40 dirección horizontal Z, el carro X 2 en el carro Y 3 en una segunda dirección horizontal X, y el carro Y 3 en una guía Y 9 vertical estacionaria en una dirección vertical Y. La guía Y 9 es generalmente parte de un bastidor de máquina herramienta con la que está conectada de manera rígida el mandril de sujeción para la pieza de trabajo 8. Mediante la capacidad de desplazamiento de los carros 2, 3, 4 entre sí, si la pieza de trabajo está sujeta de manera estacionaria, en el procesamiento de la pieza de trabajo 8, también pueden ponerse en marcha entonces diferentes posiciones de procesamiento en la pieza de trabajo 8 y la pieza de trabajo 8 puede procesarse de manera sujeta. El desplazamiento relativo de los carros individuales 2, 3, 4 entre sí puede realizarse por ejemplo mediante motores lineales.

50 A causa del peso que actúa conjuntamente en la herramienta 6, el husillo de trabajo 7 así como en los carros Z 4 puede ajustarse un pandeo que se desvía de la orientación horizontal de la herramienta 6 representada en la figura 1, tal como se representa esquemáticamente mediante la línea de flexión 10 trazada a rayas. Este pandeo provoca que especialmente la punta de la herramienta 6 se coloque demasiado profunda en la pieza de trabajo 8 y por tanto procese la pieza de trabajo 8 desviándose de su posición teórica real. Si por ejemplo la herramienta 6 configurada  
55 como taladro se carga con velocidad de giro alta mediante el husillo de trabajo 7 de manera que las fuerzas centrífugas pueden rotar la herramienta 6 curvada condicionada por la gravedad en su forma curvada, entonces esto puede llevar a un aumento del diámetro de la perforación generada en la pieza de trabajo 8 en comparación con el diámetro de taladro real. Para compensar este pandeo desventajoso para la precisión del procesamiento de la pieza de trabajo o ajustar una caída de herramienta de manera encauzada, el carro 3 Y presenta una parte de rodadura 3a guiada en la guía Y 9 en la dirección Y y una parte pivotante 3b alojada de manera pivotante alrededor de un eje de pivote 11 que discurre en la dirección X en la que está guiada el carro X 2. Para compensar el pandeo de la herramienta 6, la parte pivotante 3b, y por tanto también el carro X 2 y el carro Z, se pivota o se ladea en la dirección opuesta de manera correspondiente. En la figura 1 la herramienta 6 está representada en la posición compensada, es decir el pandeo representado trazado a rayas se compensó al pivotar  
60 toda la unidad de carro 5 (con excepción de la parte de rodadura 3a). En lugar del cojinete giratorio separado mostrado, la capacidad para pivotar de la parte pivotante 3b también puede darse solamente mediante la flexión

elástica propia de la parte pivotante 3b fijada en la parte de rodadura 3a.

La parte pivotante 3b está conectada con la parte de rodadura 3a a través de un cojinete giratorio 12, que como se ha mostrado a modo de ejemplo en la figura 1 puede estar dispuesta en un rodamiento 13 inferior de la parte de rodadura 3a para guiar la parte de rodadura 3a en la guía Y 9. De manera diferente a la representada en la figura 1 el cojinete giratorio 12 puede estar dispuesto con su eje de pivote 11 en la parte de rodadura 3a de manera que el eje de pivote 11 y el eje de rotación 14 del husillo de trabajo 7 se intersectan. El movimiento de pivote de la parte pivotante 3b necesario para la compensación del pandeo o para el ajuste de la caída se provoca mediante una unidad de ajuste 16 dispuesta en un cojinete de guiado 15 superior de la parte de rodadura 3a, que se dirige por una unidad de control (no mostrada) en función del pandeo existente. El pandeo puede medirse a través de sensores (no mostrados).

Tal como se muestra en la figura 2 la unidad de ajuste 16 comprende como miembro de ajuste un elemento extensible 17 en forma de cuña que puede empujarse entre la parte de rodadura 3a y la parte pivotante 3b y un electromotor 18 que puede dirigirse para empujar el elemento extensible 17 en forma de cuña en la dirección de la doble flecha 19 por lo que la distancia o bien el ángulo  $\alpha$  entre una superficie de apoyo 20 de la parte de rodadura 3a y una superficie de apoyo 21 de la parte pivotante 3b puede aumentarse o disminuirse. En lugar de una manera motora el miembro de ajuste en forma de cuña puede desplazarse también de otra manera, por ejemplo, hidráulica, neumática piezoeléctrica etc.

Tal como se muestra en la figura 3 el cojinete giratorio 12 puede estar configurado como elemento de resorte con una estructura de laberinto que puede deformarse elásticamente. La parte pivotante 3b puede pivotarse alrededor del eje de pivote 11 que discurre a través del cojinete giratorio 12 con respecto al rodamiento 13 inferior o a la parte de rodadura 3a. La parte de rodadura 3a y la parte pivotante pueden estar configuradas de una sola pieza con la estructura de laberinto y por ello pueden desviarse elásticamente una contra otra.

La figura 4 muestra una máquina herramienta 1 de varios husillos con una unidad de carro 5 que presenta dos carros Z 4 con herramientas 6a, 6b acopladas con un husillo de trabajo 7 horizontal en cada caso y con los husillos de trabajo 7 en cada caso. Los dos carros Z 4 están guiados de manera que pueden desplazarse en la dirección Z en cada caso en un carro X 2. Ambos carros X 2 están guiados de manera que pueden desplazarse en la dirección X en un carro Y3 común, que a su vez, está guiado de manera que puede desplazarse en la dirección Y en dos guías Y 9 laterales estacionarias, por ejemplo mediante un accionamiento Gantry (de pórtico). El carro Y 3 comprende a ambos lados en cada caso una parte de rodadura 3a que está guiada con un rodamiento 13, 15 inferior y superior en la guía Y 9 en la dirección Y, así como una parte pivotante 3b en forma de bastidor que está alojada de manera que puede pivotar en las dos partes de rodadura 3a alrededor del eje de pivote 11 que discurre en la dirección X. Entre las dos partes de rodadura 3a y la parte pivotante 3b en forma de bastidor están dispuestas en cada caso unidades de ajuste 16 que pueden dirigirse por separado por la unidad de control (no mostrada) para pivotar simétricamente (en ángulo sincrónico) o asimétricamente (en ángulo asincrónico) la parte pivotante 3b con respecto a las dos partes de rodadura 3a en función del pandeo existente.

Si como en la figura 4 los dos carros X 2 están posicionados con simetría de espejo respecto al plano central 22 de la parte pivotante 3b en forma de bastidor el pandeo de las dos herramientas 6 es igual y pueden compensarse porque la parte pivotante 3b en forma de bastidor se pivota o se ladea con respecto a las dos partes de rodadura 3a, es decir a ambos lados, en el mismo ángulo en la dirección opuesta con un ángulo sincrónico.

Si como en la figura 5 los dos carros X 2 no están posicionados con simetría de espejo con respecto al plano central 22 de la parte pivotante 3b en forma de bastidor, puede ajustarse un pandeo diferente de las dos herramientas 6. Esto puede ser debido, por ejemplo, a que también las traviesas 23 horizontales de la parte pivotante 3b en forma de bastidor en las que están guiados los carros X 2 en la dirección X estén sometidas a un pandeo debido a la torsión elástica que aumenta con la distancia creciente de los carros X 2 de las guías Y 9 laterales. La herramienta 6b derecha en la figura 5 presenta por consiguiente un pandeo mayor que la herramienta 6a izquierda, tal como se muestra también en la figura 6. Sin embargo el pandeo individual de las herramientas individuales 6a, 6b puede compensarse o reducirse porque las dos unidades de ajuste 16 se dirigen independientemente entre sí para pivotar o ladear la parte pivotante 3b en forma de bastidor con respecto a las dos partes de rodadura 3a en la dirección opuesta en ángulos diferentes, es decir en ángulo asincrónico.

Mediante la capacidad individual para dirigir de las dos unidades de ajuste 16 a ambos lados pueden pivotarse los dos lados de la parte pivotante, es decir de manera individual en cada caso para compensar un pandeo de herramienta o ajustar una caída de herramienta predeterminada no solo en la dirección vertical sino también en la dirección horizontal.

**REIVINDICACIONES**

1. Máquina herramienta (1) con una unidad de carro (5) que comprende un carro X, un carro Y y un carro Z (2,3,4) cuyo carro Z (4) presenta un husillo de trabajo (7) horizontal que aloja una herramienta de procesamiento (6),  
5 estando guiado el carro Z (4) de manera que puede desplazarse en el carro X (2) en una primera dirección horizontal (Z), el carro X (2) en el carro Y (3) en una segunda dirección horizontal (X) y el carro Y (3) en una guía Y (9) vertical estacionaria en una dirección vertical (Y), caracterizada por que el carro Y (3) comprende al menos una parte de rodadura (3a) que está guiada de manera que puede desplazarse en la guía Y (9) y al menos una parte pivotante (3b) que está alojada en la parte de rodadura (3a) de manera que puede pivotar alrededor de un eje de pivote (11)  
10 que discurre en la dirección X, y por que está prevista una unidad de ajuste (16) para pivotar la parte pivotante (3b) con respecto a la parte de rodadura (3a) para compensar un pandeo de herramienta condicionado por la gravedad o ajustar una caída de herramienta predeterminada.
2. Máquina herramienta de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que la parte pivotante (3b) está  
15 acoplada a través de un cojinete giratorio (12) con la parte de rodadura (3a).
3. Máquina herramienta de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizada por que el cojinete giratorio (12) está configurado como elemento de resorte que puede deformarse elásticamente.
- 20 4. Máquina herramienta de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que la capacidad para pivotar de la parte pivotante (3b) se da por la elasticidad por flexión propia de la parte pivotante (3b).
5. Máquina herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la unidad de ajuste (16) presenta como miembro de ajuste (17) un elemento extensible que puede empujarse entre la parte de rodadura (3a) y la parte pivotante (3b).  
25
6. Máquina herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el miembro de ajuste (17) de la unidad de ajuste (16) puede accionarse de manera eléctrica, especialmente piezoeléctrica, hidráulica o neumática.  
30
7. Máquina herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que un eje de rotación (14) del husillo de trabajo (17) y el eje de pivote (11) de la parte pivotante (3b) se intersectan.
8. Máquina herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el carro Y (3) comprende a ambos lados en cada caso una parte de rodadura (3a) que está guiada en una guía Y (9) en dirección Y, y una parte pivotante (3b) que está alojada de manera que puede pivotar en las dos partes de rodadura (3a) alrededor del eje de pivote (11) que discurre en la dirección X y por que entre cada una de las dos partes de rodadura (3a) y la parte pivotante (3b) está dispuesta en cada caso una unidad de ajuste (16) que puede dirigirse por separado para compensar un pandeo de herramienta condicionado por la gravedad o ajustar una caída de herramienta predeterminada.  
35  
40
9. Máquina herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que en el carro Y (3) están guiados de manera que pueden desplazarse al menos dos carros X (2) en la dirección X en los que está guiado de manera que puede desplazarse en la dirección Z un carro Z (4) que presenta un husillo de trabajo (7) horizontal.  
45

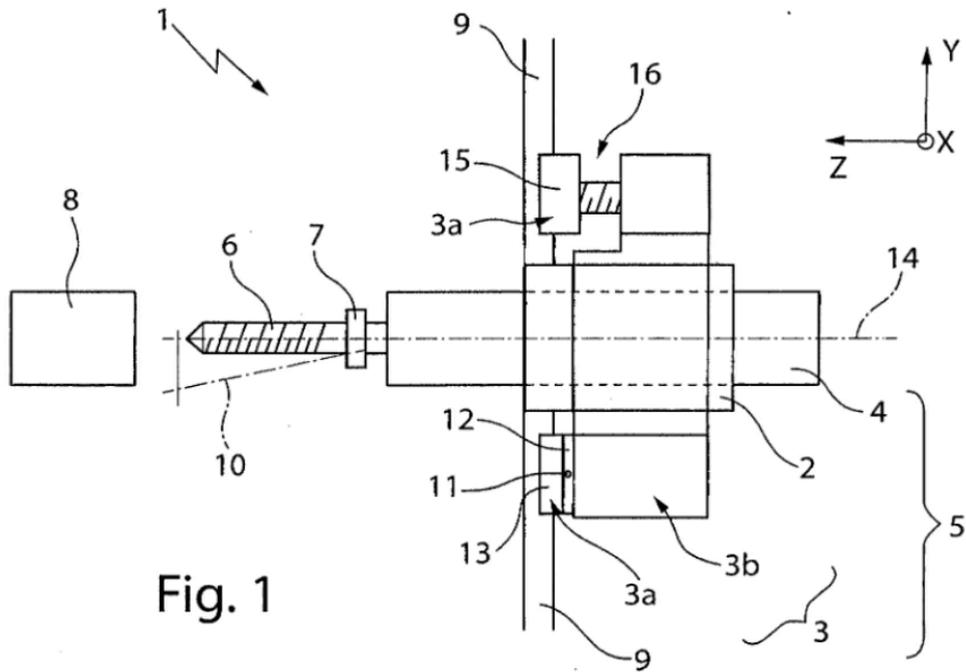


Fig. 1

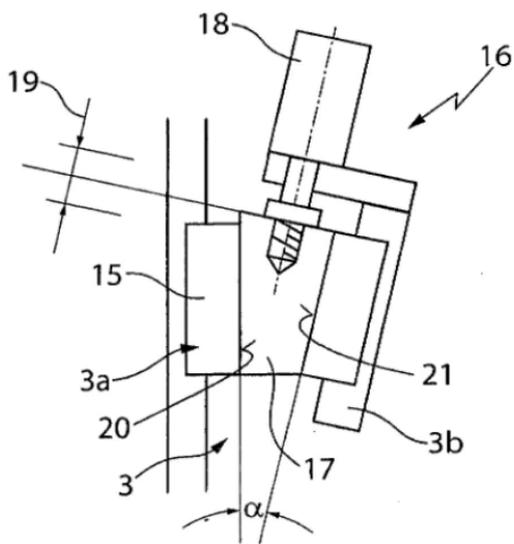


Fig. 2

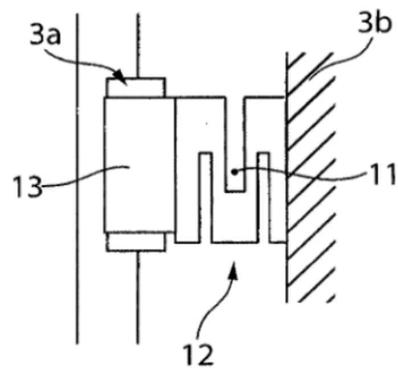


Fig. 3

