

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 396 647**

51 Int. Cl.:

B23Q 1/54 (2006.01)

B23Q 5/10 (2006.01)

B23Q 11/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.06.2010 E 10006009 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.08.2012 EP 2260972**

54 Título: **Unidad fresadora giratoria para máquina-herramientas y sistemas de mecanizado y procedimiento para el funcionamiento de una unidad fresadora giratoria de este tipo**

30 Prioridad:

12.06.2009 DE 102009024964

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

25.02.2013

73 Titular/es:

**NILES-SIMMONS INDUSTRIEANLAGEN GMBH
(100.0%)
Zwickauer Strasse 355
09117 Chemnitz, DE**

72 Inventor/es:

**NAUMANN, HANS J.;
ROBOTTA, REINHARD;
RÖMER, TORSTEN y
MITSCHKE, ULF**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 396 647 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

Unidad fresadora giratoria para máquina-herramientas y sistemas de mecanizado y procedimiento para el funcionamiento de una unidad fresadora giratoria de este tipo

5 La invención se refiere a una unidad fresadora giratoria así como a un procedimiento para el funcionamiento de una unidad fresadora giratoria de este tipo.

10 En máquina-herramientas se realiza el movimiento de husillos de la herramienta y elementos similares predominantemente con motores eléctricos que están dispuestos distanciados de manera relativamente amplia del elemento que va a moverse y se encuentran en contacto operativo con éste a través de distintos elementos de unión (ruedas dentadas, correas dentadas, husillos de rosca de bolas, etcétera). Las construcciones de este tipo han dado buen resultado básicamente, sin embargo son adecuadas para máquinas modernas sólo de manera condicionada. Una aplicación típica correspondiente a esto es el mecanizado de piezas de trabajo por medio de una unidad giratoria dotada de herramientas, con las que debe girarse y hacerse oscilar un cabezal de husillo de trabajo para mecanizados de fresado con altas velocidades y precisiones. Para ello se usan cada vez más los denominados accionamientos directos.

15 En el documento FR-A 2 631 864 se da a conocer una unidad fresadora giratoria, en la que el motor giratorio está dispuesto de manera paralela al eje de giro de la carcasa del husillo.

20 En el documento US 4 425 818 A1 se describe un manipulador para procesos de mecanizado, que presenta varios segmentos entre un cuerpo base fijo y la sección de manejo de distintas piezas de trabajo, que están unidos entre sí a través de articulaciones. Al menos a una de estas articulaciones está asignado un servomotor como accionamiento directo. El servomotor presenta un estator y un rotor, en el que uno de estos dos elementos está dispuesto directamente en un elemento de accionamiento de la articulación.

25 Por el documento EP 0 885 081 B2 se conoce un cabezal giratorio de dos ejes accionado directamente, sin engranaje para un husillo de máquina-herramienta con estructura cardán. La estructura cardán contiene una horquilla dispuesta de manera giratoria alrededor de un primer eje que presenta un par de brazos de horquilla dispuestos distanciados entre sí. Entre los brazos de horquilla está dispuesto un husillo giratorio alrededor de un segundo eje. En la horquilla está acoplado un primer motor para el accionamiento directo del giro de la horquilla alrededor del primer eje. Adicionalmente en el husillo está acoplado un segundo motor para el accionamiento directo del giro del husillo alrededor del segundo eje.

30 El documento DE 101 04 669 C5 describe un cabezal de accionamiento para movimientos de ajuste controlados por control numérico de un husillo de la herramienta con dos ejes de giro, en el que está dispuesto concéntricamente alrededor de cada eje de giro al menos un motor de rotor exterior multipolar. El motor de rotor exterior dispuesto alrededor del primer eje de giro presenta un estator magnéticamente blando en forma de anillo colocado en una carcasa y una culata de rotor en forma de anillo. El motor de rotor exterior dispuesto alrededor del segundo eje de giro está construido de manera similar y está dispuesto en una segunda carcasa de accionamiento. El husillo de la herramienta está diseñado opcionalmente como cabezal angular o como cabezal de horquilla.

35 Las construcciones conocidas están configuradas como accionamientos sin engranaje y son adecuadas predominantemente para fresadoras. Para los centros de mecanizado fresadora giratoria es ventajoso el accionamiento del husillo de la herramienta por motivos de procedimiento, el giro con husillo fijo y el fresado con husillo giratorio, con un accionamiento y fases de engranaje. Para aplicaciones de este tipo no son adecuadas las soluciones técnicas conocidas hasta ahora o son adecuadas sólo de manera condicionada. En centros de mecanizado fresadora giratoria se denomina el cabezal de accionamiento predominantemente unidad fresadora giratoria.

40 Para el giro son necesarios altos momentos de giro, mientras que el mecanizado de acabado requiere momentos de giro más bajos, siempre que deban realizarse etapas de mecanizado más complejas (por ejemplo mecanizado simultáneo de 5 ejes, combinación de mecanizado de acabado y de desbastado), altas velocidades de mecanizado (*High Performance Milling* / HPM o *High Speed Cutting* / HSC) y modificaciones rápidas de la alineación relativa de la herramienta y la pieza de trabajo una con respecto a otra.

45 Es objetivo de la invención crear una solución técnica del tipo descrito anteriormente de una unidad fresadora giratoria para el giro, perforación y fresado, que permita modificaciones rápidas, exactas y de posición fija de la posición de los elementos que van a moverse respectivamente y que garantice simultáneamente un ajuste muy exacto de la posición predeterminada en el procedimiento de mecanizado y altos momentos para desprendimiento de virutas grande. Además se tiene como objetivo una regulación de la temperatura eficaz de toda la unidad fresadora giratoria para garantizar altas precisiones en el procedimiento de acabado.

55 El objetivo se soluciona estando dispuesto de manera concéntrica al eje de giro del husillo de la herramienta un motor de alto par de rotor interior, cuyo rotor está apoyado a través de un anillo intermedio en la carcasa del husillo de la herramienta y cuyo estator está apoyado en la carcasa principal de la unidad fresadora giratoria. El eje de giro del cabezal de accionamiento para un centro de mecanizado fresadora giratoria se denomina a continuación eje B.

5 Al husillo de la herramienta está asignado un motor de accionamiento separado que está apoyado de manera paralela al eje B en la carcasa principal de la unidad fresadora giratoria y que se encuentra en contacto operativo a través de una o varias fases de engranaje con el árbol de accionamiento del husillo de la herramienta. A este respecto ha de tenerse en cuenta que mediante etapas de mecanizado más complejas con altas velocidades de mecanizado se calientan inevitablemente los componentes, de manera que pueden resultar sin embargo imprecisiones en el procedimiento de mecanizado. Como consecuencia de esto está asignada a la unidad fresadora giratoria la configuración especial de un sistema de refrigeración de líquido que presenta varios circuitos de regulación de la temperatura. Con ello debe crearse un sistema térmicamente constante.

10 En la unidad fresadora giratoria propuesta están separados entre sí el accionamiento de la herramienta y el eje de ajuste de la herramienta. El eje de rotación de la unidad de accionamiento está dispuesto en la misma orientación que el eje de giro de la herramienta.

15 A través de un sistema de medición en el eje B puede registrarse directamente la posición angular del husillo de la herramienta. Con la consideración de esta posición angular es posible una sujeción fijación continua de manera al eje B correspondientemente a la posición angular de giro predeterminada. A este respecto, la línea de simetría del dispositivo de sujeción discurre igualmente con respecto a la línea de simetría del eje B.

Para evacuar las emisiones de calor producidas se adaptan distintos sistemas de regulación de la temperatura y cantidades de medios refrigeración (caudales), según en cada caso los requerimientos de precisión, de manera óptima a los componentes individuales.

20 Por ejemplo se prevé el sistema de refrigeración de líquido con varios circuitos de regulación de la temperatura para el motor de alto par de rotor interior, para el motor de accionamiento del accionamiento de la herramienta, para la carcasa del husillo de la herramienta y para los elementos de transmisión de fuerzas entre el motor de accionamiento y el husillo de la herramienta, que impiden una transmisión de calor a elementos adyacentes de las secciones con temperatura regulada respectivamente. Consecuentemente se minimizan las imprecisiones condicionadas por la temperatura en el procedimiento de mecanizado. El accionamiento de husillo de la herramienta está térmicamente separado del sistema de medición mediante un sistema de refrigeración, de modo que se reducen también errores de medición condicionados por la temperatura.

25 Con la configuración según la invención de una unidad fresadora giratoria pueden realizarse los movimientos de ajuste alrededor al menos de un eje de giro de manera más rápida y exacta y pueden conseguirse altas precisiones de mecanizado.

30 Como ventajas adicionales pueden mencionarse particularmente:

- altos momentos de giro realizables mediante engranaje integrado entre el motor de accionamiento y el husillo de la herramienta
- construcción compacta con respecto a la capacidad de rendimiento
- posibilidad de mecanizado con herramientas fijas y giratorias
- 35 - grandes trayectos de desplazamiento
- construcción resistente al desgaste y sin mantenimiento del eje B sin lubricación necesaria
- altos rendimientos de desprendimiento de virutas
- fuerza de corte principal muy alta en el giro
- la construcción compacta permite de manera óptima la adaptación de vástagos de perforación en la carcasa del husillo de la herramienta

40 Por consiguiente, esta unidad fresadora giratoria es adecuada para máquina-herramientas y sistemas de mecanizado con los que pueden realizarse particularmente mecanizados de giro, de fresado y perforación. De manera ventajosa es posible también un fresado de 5 ejes.

45 Un control previo dinámico y un ajuste adaptativo de los parámetros de regulación dan como resultado una alta rigidez de la sección de accionamiento. Para altas cargas, por ejemplo en mecanizados de desbastado, puede sujetarse adicionalmente el eje B. Adicionalmente puede seleccionarse, mediante la adaptación de la dinámica de recorrido, entre duración de mecanizado óptima (desbaste) y calidad de superficie óptima o invariabilidad de dimensiones (acabado). El control previo dinámico en todos los ejes de interpolación provoca, mediante la compensación de errores de contorneos, una alta precisión de contorno, también en mecanizados HSC.

50 Para la adaptación de la regulación en distintos materiales que van a mecanizarse puede modificarse adicionalmente el ajuste básico para e regulador de corriente, del número de revoluciones y de la posición del eje B mediante la conmutación de distintos conjuntos de parámetros.

55 El control de la posición y la velocidad del eje B se realiza a través de un transmisor de alta resolución que da como resultado una dinámica del circuito regulador muy alta con un rápido posicionamiento sin sobreoscilamiento y una alta calidad de acoplamiento mecánico del accionamiento.

Mediante la asignación de sistemas de sensores adecuados (por ejemplo sensores de oscilación) puede realizarse una adaptación automática de los datos del regulador. Adicionalmente pueden usarse estos datos de sensor para el diagnóstico de procedimiento ampliado. Además se realiza el uso de los sensores de oscilación para el registro del estado de la máquina o de elemento. Según esto, mediante la realización de ciclos de prueba y diagnóstico especiales tras espacios de tiempo definidos mediante la comparación de datos de sensor memorizados con valores actuales se distinguen particularmente desequilibrios como consecuencia de daños en el cojinete de la unidad de husillo, de los motores de accionamiento y de los cojinetes de husillo, vibraciones como consecuencia de daños en pistas de rodadura y husillos de rosca de bolas o errores en la lubricación así como desequilibrios mediante daños en la herramienta. Como consecuencia de esto resultan ventajas esenciales en el mantenimiento preventivo y la reparación así como en el reconocimiento de un fallo mecánico que se inicia debido a errores mecánicos.

Mediante el eje B que se encuentra en el mecanizado en control de posición puede usarse un principio de control adaptativo y principio de control de procedimiento ampliado. Según esto se evalúa como parámetro de partida para el control de rotura y de momentos de la corriente del accionamiento del eje B. Este control de la corriente del eje B proporciona mejores resultados que un control habitual hasta ahora y muy costoso del eje X/Y/Z, ya que la fuerza de mecanizado real es proporcional a la corriente del eje B, independientemente de la geometría de la herramienta.

Finalmente, el alto número de grados de libertad permite una compensación de fallos sistemáticos. Dependiendo de la posición concreta respectivamente del eje B se realizan desplazamientos ponderados en el eje X y Z. Como valores de partida para el algoritmo de compensación se consideran el ángulo del eje B (sistema de edición de compensación de fallos de eje B) y la temperatura, siendo posible según en cada caso el caso de uso tanto compensaciones de la temperatura a lo largo del eje B como en dirección X, dirección Y o dirección Z.

En el ajuste de la unidad fresadora giratoria debería procederse de manera ventajosa de modo que el punto de referencia del eje X y Z se coloque en el eje B.

De esto resultan las siguientes ventajas:

- independientemente de la posición de B puede alcanzarse siempre la misma posición que el punto de máquina fijo
- el ajuste del punto de referencia X/Y/Z es posible con algunos medios auxiliares (reloj de comparación, vástago calibrador, dimensión de bloque) de manera relativamente sencilla (el eje X/Y mediante el giro alrededor del vástago calibrador en el alojamiento de la herramienta y bloqueo del eje Z en el husillo de la pieza de trabajo)
- el ajuste del punto de referencia X/Y/Z igual en todas las máquinas, independientemente de la respectiva posición básica específica del usuario ($B=0^\circ$ o $B=-90^\circ$)
- si debiera estar dispuesto una segunda unidad (rueda fresadora / unidad de perforación) en el mismo carro o un carro dispuesto separado en la máquina, la distancia puede ajustarse en el eje horizontal independientemente de la respectiva posición básica específica del usuario
- puede ajustarse la posición independientemente del respectivo alojamiento de la herramienta (HSK, Capto)
- son posibles fácilmente las compensaciones en el husillo de la herramienta (desplazamiento longitudinal por ejemplo a temperatura, inclinación) sin incluir la posición del eje B.

Un ejemplo de realización de la invención está representado en el dibujo. Muestran:

la figura 1 una unidad fresadora giratoria según la invención en vista frontal

la figura 2 la unidad fresadora giratoria según la figura 1 en vista seccional de la línea A - A

La **figura 1** muestra una unidad fresadora giratoria con accionamiento directo, en la que está previsto al menos un husillo de la herramienta con alojamiento de herramienta 5, cuyos movimientos de ajuste se realizan con un motor dispuesto de manera concéntrica alrededor del eje B. Adicionalmente es evidente que al eje B está asignado un sistema medidor de ejes 21.

El sistema medidor de ejes 21 presenta un cabezal palpador 21a, una medida materializada 21b y un receptor para la medida materializada 21c. La orientación del cabezal palpador 21a está representada, denominándose "alfa" el ángulo correspondiente.

A partir de la **figura 2** es evidente que la unidad fresadora giratoria está constituida por una carcasa principal 1 y una carcasa del husillo de la herramienta 2. En la carcasa del husillo de la herramienta 2, un husillo de la herramienta 3 está apoyado sobre cojinetes de husillo 4. En el husillo de la herramienta 3 está previsto un alojamiento de herramienta 5. El husillo de la herramienta 3 se encuentra en contacto operativo con una fase de rueda cónica 6 que se acciona por un árbol de accionamiento 7 configurado en este caso como árbol de piñón. El árbol de piñón 7 está apoyado sobre cojinetes de husillo 8. La carcasa del husillo de la herramienta 2 puede hacerse girar alrededor de un eje "B" que discurre de manera congruente con el eje longitudinal medio del árbol de piñón 7. El árbol de piñón 7 está unido a través de una polea de correa trapezoidal 9, una correa trapezoidal 10 y otra polea de correa trapezoidal 11 con el motor de accionamiento 12 del husillo de la herramienta 3. La carcasa del husillo de la herramienta 2 está apoyada en el ejemplo de realización sobre un primer cojinete del eje B 17 y un segundo cojinete del eje B 18 en la carcasa principal 1.

5 Al husillo de la herramienta 3 está asignado adicionalmente un motor de alto par de rotor interior que está dispuesto de manera concéntrica al eje "B". El estator 13 de este motor de alto par de rotor interno está apoyado en la carcasa principal 1 de la unidad fresadora giratoria, por ejemplo por medio de atomillamiento. El rotor 14 del motor de alto par de rotor interno está apoyado en la carcasa del husillo de la herramienta 2, por ejemplo a través de un anillo intermedio 15. El estator 13 puede fijarse en posición también a través de una conexión de estator 22 separada, mientras que para el rotor 14 está prevista una conexión de rotor 23.

10 A partir de la **figura 2** es evidente adicionalmente que al motor de alto par de rotor interior 13/14 está asignado un dispositivo de sujeción constituido por un manguito de apriete 19 y un disco de freno 20. El manguito de apriete 19 está apoyado en la carcasa principal 1. El disco de freno 20 se encuentra en contacto operativo con la carcasa del husillo de la herramienta 2. El dispositivo de sujeción puede sujetarse de manera continua en cualquier posición arbitraria. Según el ejemplo de realización mostrado se logra la sujeción a través del manguito de apriete 19 y del disco de freno 20 en una zona en la que no se produce ningún momento de torsión, de modo que se garantizan una alta rigidez y seguridad geométrica.

15 A la unidad fresadora giratoria está asignado un módulo de diagnóstico unido con el control de la máquina, de manera que se facilita un autodiagnóstico. Para ello, el módulo de diagnóstico presenta al menos un sensor de temperatura 25 para el cojinete del husillo de la herramienta y un sensor de aceleración 26.

A la unidad fresadora giratoria está asignado además un sistema de refrigeración de líquido con varios circuitos de regulación de la temperatura, estando previstos en el ejemplo de realización cuatro circuitos de este tipo:

20 Un primer circuito de regulación de la temperatura T1 está configurado para la disposición de cojinetes del husillo de la herramienta 3 y para la disposición de cojinetes del árbol de accionamiento (árbol del piñón) 7 para este husillo de la herramienta 3.

Un segundo circuito de regulación de la temperatura T2 está configurado para el motor de accionamiento 12 del husillo de la herramienta 3.

25 Un tercer circuito de regulación de la temperatura T3 está configurado para los elementos de transmisión de fuerzas entre el motor de accionamiento 12, el árbol de accionamiento (árbol del piñón) 7 y el husillo de la herramienta 3. Este circuito de regulación de la temperatura T3 (representado en la figura 1 y la figura 2) comprende en la zona de las poleas de correa trapezoidal 11 y 9 respectivamente una regulación de la temperatura T3-1 en el lado de accionamiento o una regulación de la temperatura T3-2 en el lado de salida así como una regulación de la temperatura T3-3 para las poleas tensoras. En la zona de las poleas tensoras está prevista además una conexión de purga de aire 27, con la se mantienen fuera de la unidad fresadora giratoria partículas de suciedad primarias, virutas metálicas y similares en el procedimiento de acabado.

Un cuarto circuito de regulación de la temperatura T4 está configurado para el motor de alto par de rotor interior. Este circuito de regulación de la temperatura T4 presenta estructuras de canal 16 integradas en el estator 13 para un medio de refrigeración.

35 A la unidad fresadora giratoria se asignan preferentemente varios sensores de temperatura. Por consiguiente, independientemente de la configuración concreta respectivamente de una unidad fresadora giratoria pueden registrarse las temperaturas de funcionamiento en el área de trabajo de la máquina y basándose en estos parámetros pueden adaptarse las temperaturas de los circuitos de regulación de temperatura T1 a T4. A este respecto, el circuito de regulación de la temperatura T4 del motor de alto par de rotor interno 13/14 se ajusta a las temperaturas de funcionamiento en el área de trabajo de manera que la diferencia de temperatura " ΔT " es baja.

40 La unidad fresadora giratoria puede configurarse además de diversa manera. Así puede preverse por ejemplo un sistema de control de rotura y momentos, para el que se evalúa como parámetro de partida la corriente del accionamiento del eje B. Igualmente puede configurarse la unidad fresadora giratoria con un algoritmo de compensación para la compensación de fallos sistemáticos, evaluándose como parámetro de partida el ángulo del eje B y la temperatura. Adicionalmente puede hacerse funcionar la unidad fresadora giratoria con un control previo dinámico de los ejes de interpolación y un ajuste adaptativo de los parámetros de regulación. Finalmente está previsto que el ajuste básico del regulador de la corriente, del número de revoluciones / de la posición del eje B pueda modificarse mediante la conmutación de distintos conjuntos de parámetros.

Lista de números de referencia

- 50 1 carcasa principal
- 2 carcasa del husillo de la herramienta
- 3 husillo de la herramienta
- 4 cojinete del husillo del husillo de la herramienta
- 5 alojamiento de herramienta
- 55 6 fase de rueda cónica
- 7 árbol de accionamiento / árbol del piñón
- 8 cojinete del husillo del árbol del piñón

ES 2 396 647 T3

9	polea de correa trapezoidal
10	correa trapezoidal
11	polea de correa trapezoidal
12	motor de accionamiento del husillo de la herramienta
5	13 estator de motor de alto par de rotor interior
14	rotor de motor de alto par de rotor interior
15	anillo intermedio
16	estructuras de canal para el medio de refrigeración
17	primer cojinete del eje B
10	18 segundo cojinete del eje B
19	manguito de apriete
20	20 disco de freno
21	sistema medidor de ejes con respecto al eje B
21a	cabezal palpador
15	21b medida materializada
21c	receptor para medida materializada
22	conexión de estator
23	conexión de rotor
24	casquillo Z
20	25 sensor de temperatura del cojinete del husillo de la herramienta
26	sensor de aceleración
27	conexión de purga de aire
B	eje B
25	T1 circuito de regulación de la temperatura de la disposición de cojinetes del husillo de la herramienta y del árbol del piñón
T2	circuito de regulación de la temperatura del motor de accionamiento husillo de la herramienta
T3	circuito de regulación de la temperatura de los elementos de transmisión de fuerzas
T3-1	regulación de la temperatura en el lado de accionamiento
T3-2	regulación de la temperatura en el lado de salida
30	T3-3 regulación de la temperatura para poleas tensoras
T-4	circuito de regulación de la temperatura del motor de alto par de rotor interior

REIVINDICACIONES

1. Unidad fresadora giratoria para máquina-herramientas y sistemas de mecanizado, **caracterizada**
porque de manera concéntrica al eje de giro de la carcasa del husillo de la herramienta (eje B "B") del husillo de la
 5 herramienta (3) está dispuesto un motor de alto par (13; 14) en un diseño como rotor interno con rotor dispuesto en
 el interior y estator dispuesto en el exterior, cuyo rotor (14) está apoyado directamente o a través de un anillo
 intermedio (15) en la carcasa del husillo de la herramienta (2) y cuyo estator (13) está apoyado en la carcasa
 principal (1) de la unidad fresadora giratoria,
porque al husillo de la herramienta (3) está asignado un motor de accionamiento separado (12) de manera paralela
 10 al eje de giro de la carcasa del husillo de la herramienta (eje B "B"), que está apoyado en la carcasa principal (1) de
 la unidad fresadora giratoria y que se encuentra en contacto operativo a través de una etapa de engranaje con el
 árbol de accionamiento (7) del husillo de la herramienta (3) y
porque a la unidad fresadora giratoria está asignado un sistema de refrigeración de líquido que presenta al menos
 dos circuitos de regulación de la temperatura (T).
2. Unidad fresadora giratoria según la reivindicación 1, **caracterizada**
 15 **porque** al motor de alto par de rotor interior (13; 14) está asignado un dispositivo de sujeción radial que presenta un
 manguito de apriete (19) apoyado en la carcasa principal (1) y un disco de freno (20) que se encuentra en contacto
 operativo con la carcasa del husillo de la herramienta (2).
3. Unidad fresadora giratoria según la reivindicación 1, **caracterizada**
 20 **porque** al motor de alto par de rotor interior (13; 14) está asignado un sistema medidor de ejes (21) que está
 alineado con respecto al eje de giro de la carcasa del husillo de la herramienta (eje B "B") y presenta un cabezal
 palpador (21a), una medida materializada (21 b) y un receptor para la medida materializada (21c).
4. Unidad fresadora giratoria según la reivindicación 1, **caracterizada**
 25 **porque** la fase de engranaje entre el motor de accionamiento (12) y el árbol de accionamiento (7) para el husillo de
 la herramienta (3) está configurada como un accionamiento por correa con correa trapezoidal (10) y poleas de
 correa trapezoidal (11; 9).
5. Unidad fresadora giratoria según la reivindicación 1, **caracterizada**
porque a la unidad fresadora giratoria está asignado un módulo de diagnóstico unido con el control de la máquina,
 que presenta al menos un sensor de temperatura (25) para el cojinete del husillo de la herramienta y/o un sensor de
 aceleración (26).
- 30 6. Unidad fresadora giratoria según la reivindicación 1, **caracterizada**
porque un primer circuito de regulación de la temperatura (T1) está configurado para la disposición de cojinetes del
 husillo de la herramienta (3) y para la disposición de cojinetes del árbol de accionamiento (7) para el husillo de la
 herramienta (3).
7. Unidad fresadora giratoria según la reivindicación 1, **caracterizada**
 35 **porque** un segundo circuito de regulación de la temperatura (T2) está configurado para el motor de accionamiento
 (12) del husillo de la herramienta (3).
8. Unidad fresadora giratoria según la reivindicación 1, **caracterizada**
 40 **porque** otro circuito de regulación de la temperatura (T3) está configurado para los elementos de transmisión de
 fuerzas (9; 10; 11) entre el motor de accionamiento (12) del husillo de la herramienta (3) y el árbol de accionamiento
 (7) para el husillo de la herramienta (3), en la que este circuito de regulación de la temperatura (T3) comprende una
 regulación de la temperatura en el lado de accionamiento (T3-1), una regulación de la temperatura en el lado de
 salida (T3-2) y una regulación de la temperatura (T3-3) para las poleas tensoras.
9. Unidad fresadora giratoria según la reivindicación 1, **caracterizada**
 45 **porque** otro circuito de regulación de la temperatura (T4) está configurado para el motor de alto par de rotor interior
 (13; 14), en la que este circuito de regulación de la temperatura (T4) presenta estructuras de canal (16) integradas
 en el estator (13) para un medio de refrigeración.
10. Procedimiento para el funcionamiento de una unidad fresadora giratoria para máquina-herramientas y sistemas
 de mecanizado según al menos una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado**
 50 **porque** la unidad fresadora giratoria se hace funcionar con un control previo dinámico de los ejes de interpolación
 IPO y un ajuste adaptativo de los parámetros de regulación.
11. Procedimiento para el funcionamiento de una unidad fresadora giratoria para máquina-herramientas y sistemas
 de mecanizado según al menos una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado**
porque el ajuste básico del regulador de corriente, del número de revoluciones / de la posición del eje B puede
 modificarse mediante la conmutación de distintos conjuntos de parámetros.
- 55 12. Procedimiento para el funcionamiento de una unidad fresadora giratoria para máquina-herramientas y sistemas
 de mecanizado según al menos una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado**

porque las temperaturas de funcionamiento se registran en el área de trabajo de la máquina y dependiendo de esto se adaptan las temperaturas de los circuitos de regulación de la temperatura (T1 - T4).

13. Procedimiento para el funcionamiento de una unidad fresadora giratoria para máquina-herramientas y sistemas de mecanizado según al menos una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado**

5 **porque** en el ajuste de la unidad fresadora giratoria se coloca el punto de referencia del eje X y del eje Z en el eje B de la unidad fresadora giratoria.

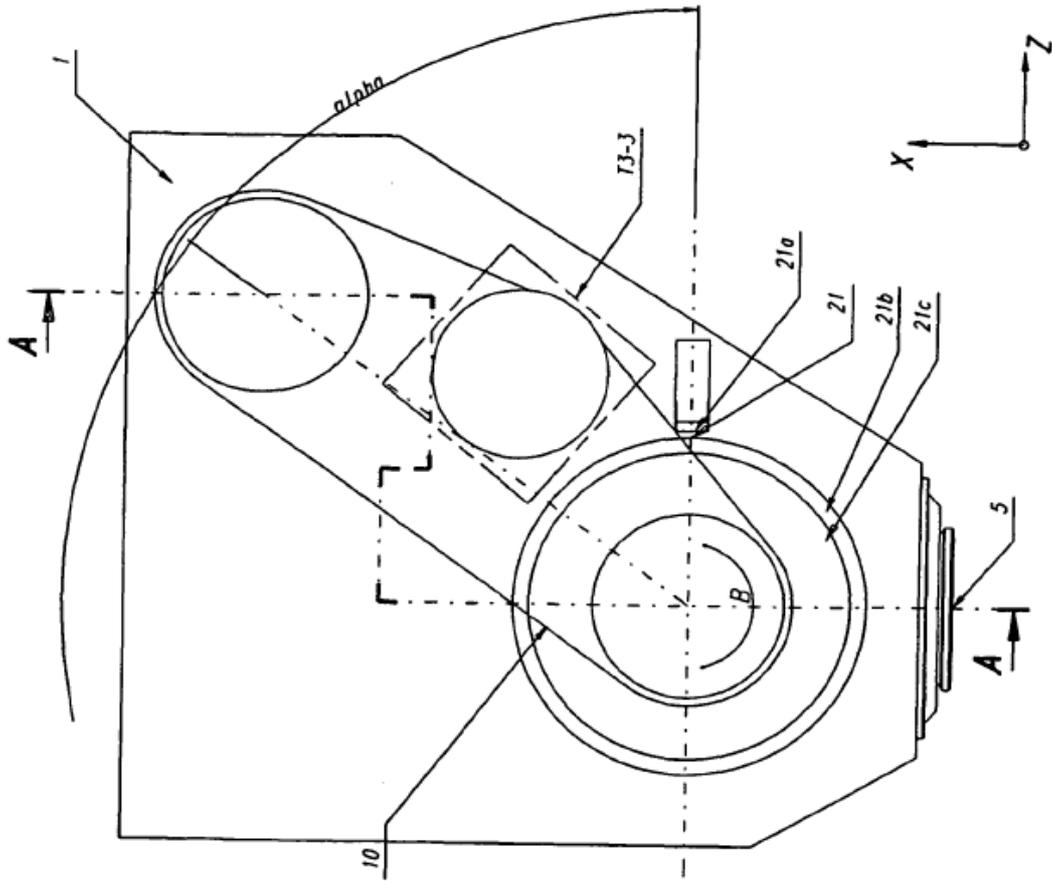


Fig. 1

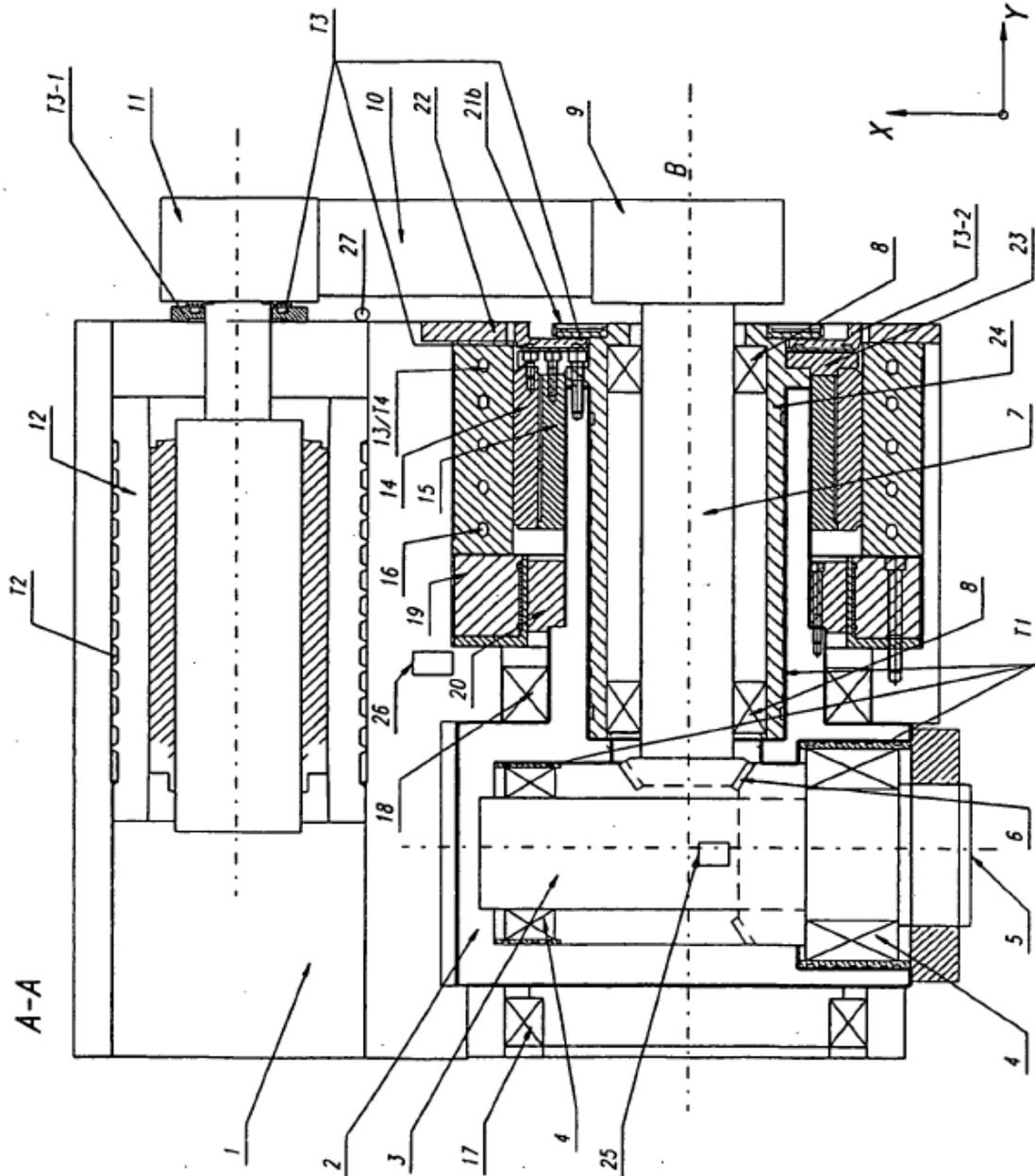


Fig. 2