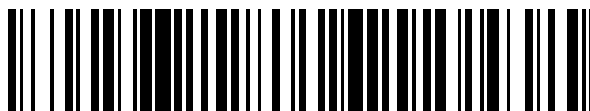


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 738 326**

51 Int. Cl.:

**B23Q 11/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.02.2015 E 15155266 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2019 EP 2907620**

54 Título: **Máquina herramienta con un bastidor de máquina compuesto de elementos estructurales y procedimiento de funcionamiento**

30 Prioridad:

**17.02.2014 DE 102014202879**

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

**22.01.2020**

73 Titular/es:

**DECKEL MAHO PFRONTEN GMBH (100.0%)  
Deckel-Maho-Strasse 1  
87459 Pfronten, DE**

72 Inventor/es:

**GRONBACH, HANS**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 738 326 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).

## DESCRIPCION

Máquina herramienta con un bastidor de máquina compuesto de elementos estructurales y procedimiento de funcionamiento

5 La presente invención se refiere a una máquina herramienta con un bastidor de máquina compuesto de elementos estructurales y componentes montados en el mismo, que comprenden componentes funcionales, que generan calor en el funcionamiento de la máquina herramienta. Con la ayuda de un sistema de canales de circulación se reducen en este caso las deformaciones condicionadas por la temperatura de los elementos estructurales de la máquina herramienta. A partir del estado de la técnica se conocen diferentes dispositivos y procedimientos para la reducción de deformaciones condicionadas por la temperatura de una máquina herramienta. Se conoce a partir del documento DE 41 32 822 A1, por ejemplo, una refrigeración con una tobera de pulverización. En este caso, se pulveriza refrigerante a través de una tobera de pulverización libremente pivotable sobre lugares predeterminados de la máquina herramienta para refrigerar estos lugares.

15 El documento JP 2005 262379 A se refiere a una máquina herramienta para cortar una pieza de trabajo. En un bastidor de la máquina herramienta está alojada de forma desprendible una placa de refrigeración, en donde la placa de refrigeración está instalada para la refrigeración del bastidor de la máquina herramienta a través de circulación de un aceite de intercambio de calor.

20 Se conoce a partir del documento WO 2012/032423 A1 una máquina con un mecanismo de compensación. En este caso, se calcula la deformación de la máquina a través de las instalaciones de detección y a continuación se realiza a través del dispositivo de corrección una compensación de las desviaciones calculadas. De esta manera, aquí sólo tiene lugar una compensación de las deformaciones, sin refrigerar la máquina herramienta.

25 El documento JP-S-61214929 A se refiere a un sistema para la reducción de las diferencias de la dilatación térmica entre una parte superior y una parte inferior de una bancada de una máquina. A tal fin, en la parte superior de la bancada está formada una ranura, que aloja el aceite de corte. A través de la bomba se transporta el aceite de corte. La ranura está conectada a través de un conducto en una superficie lateral de la bancada con un canal, en el que se encuentra el aceite de corte.

30 Las deformaciones condicionadas por la temperatura mencionadas de una máquina herramienta se representan de forma ejemplar en la figura 1. La máquina herramienta representada en la figura 1 está constituida por una bancada de máquina 500, un montante 900, una mesa de máquina 501 y un husillo. La bancada de la máquina 500 está conectada a través de guías con la mesa de la máquina 501 y el montante 900, que aloja el husillo 901, está fijado sobre la bancada de la máquina 500. En el funcionamiento de la máquina herramienta se calientan en una medida comparativamente fuerte las zonas, en las que están dispuestos los componentes funcionales generadores de calor, como por ejemplo el husillo 901 o guías. Este calentamiento unilateral de los componentes de la estructura conduce a una deformación o bien a una flexión irregular de los componentes de la estructura de la máquina herramienta. A través de estas flexiones se desplazan también los ejes de procesamiento de la máquina herramienta. En la representación derecha en la figura 1, se muestra tal máquina herramienta calentada de forma irregular. El eje de mecanización del husillo se deforma aquí alrededor del ángulo  $\alpha$  y el eje de mecanización de la mesa de la máquina 501 se deforma alrededor del ángulo  $\beta$ . En la máquina herramienta representada estas deformaciones resultan, en particular, a partir de las diferentes temperaturas en el lado superior y en el lado inferior de la bancada de la máquina 500. La temperatura en el lado inferior de la bancada de la máquina 503 es en el ejemplo representado inferior a la temperatura en el lado superior de la bancada de la máquina 502. A través de estas temperaturas diferentes se dilatan los diferentes lados de la bancada de la máquina 500 de maneja diferente, El lado superior de la bancada de la máquina 502 se dilata más que el lado inferior de la bancada de la máquina, puesto que la temperatura en el lado inferior de la bancada de la máquina 503 es menor que en el lado superior de la bancada de la máquina 502. Puesto que tanto el montante 900 como también la mesa de la máquina 501 están colocados sobre la bancada de la máquina 500, y esta bancada de la máquina 500 se deforma o bien se curva ahora en el funcionamiento, resultan las diferentes modificaciones de los ejes de mecanización, Los efectos de flexión y de curvatura representados son, naturalmente, tanto mayores cuanto más larga es la bancada de la máquina 500 y cuanto mayores son las diferencias de temperatura en ésta.

55 Un cometido de la presente invención es compensar las modificaciones condicionadas por la temperatura representadas anteriormente de la máquina herramienta de la manera más económica y efectiva posible. En particular, deben reducirse las curvaturas y flexiones de la máquina herramienta condicionadas por la temperatura.

60 Este cometido se soluciona por medio de las características de la reivindicación independiente. Las reivindicaciones dependientes se refieren a formas de realización ventajosas de la invención.

La máquina herramienta con un bastidor de máquina constituido a partir de elementos estructurales y los componentes montados en ellos comprende componentes funcionales, que generan calor en el funcionamiento de la

máquina herramienta. El calor se puede introducir en este caso a través del transporte de calor a los elementos estructurales y los componentes. La máquina herramienta puede presentar un sistema de canales de circulación, en el que puede circular un medio de atemperación, que se puede disponer en los elementos estructurales y en los componentes de la máquina herramienta de tal manera que como consecuencia de la circulación con el medio de atemperación se puede distribuir el calor generado a través de los componentes funcionales en el bastidor de la máquina y en los componentes.

A través de la distribución uniforme del calor introducido en el elemento estructural respectivo de la máquina herramienta se pueden reducir las diferencias de temperatura en los componentes estructurales y de esta manera también las flexiones respectivas de los elementos estructurales.

A través del sistema de canales de circulación de acuerdo con la invención no tiene lugar de esta manera ninguna refrigeración de la máquina herramienta, sino más bien una compensación de las diferentes temperaturas de las diferentes zonas de los elementos estructurales de la máquina herramienta. A través de la temperatura uniforme en el bastidor de la máquina y en los otros elementos estructurales de la máquina herramienta es posible una dilatación uniforme condicionada por la temperatura evitando las flexiones de los elementos estructurales y componentes de la máquina herramienta.

A diferencia del principio conocido de la refrigeración de la máquina herramienta, en el que los canales de refrigeración están dispuestos directa y exclusivamente en los componentes funcionales generadores de calor para la disipación del calor introducido desde el bastidor de máquina hasta el medio ambiente o en una máquina de frío, en la presente invención se prevén canales tanto en las zonas con generadores de calor como también en las zonas sin generadores de calor. A través de esta forma de la disposición de los canales es posible disipar los gradientes de temperatura predominantes en el elemento estructural de la máquina herramienta y de esta manera reducir las flexiones y al mismo tiempo prescindir de una máquina de frío para la disipación de calor.

Con otras palabras, la idea en la que se basa la invención consiste en que no se trata ya de una refrigeración de los componentes estructurales calientes, sino de que el calor resultante se distribuye a través del sistema de canales de circulación de acuerdo con la invención de una manera uniforme. Por lo tanto, una refrigeración no es principalmente decisiva, puesto que los desplazamientos / desviaciones se pueden compensar, en principio, con compensadores técnicos de control, como se han descrito anteriormente en el estado de la técnica, mientras que las flexiones en la máquina herramienta o bien los errores angular resultantes de ellos explicados anteriormente no se pueden compensar, en principio, a través del principio de la refrigeración. La invención se basa en este caso en la observación de que los componentes no se doblan bajo la influencia de carga de calor cuando el caso es disipado en el lugar de origen y los componentes están atemperados de una manera uniforme sobre todo su espacio de construcción. En este caso es importante que todos los canales del sistema de canales de circulación de acuerdo con la invención sean recorridos por la corriente del medio, que es transportado con preferencia por medio de una bomba.

El sistema de canales de circulación puede estar dispuesto de tal manera en los elementos estructurales y componentes de la máquina herramienta que se pueden impedir los basculamientos y/o desplazamientos de los elementos estructurales y/o componentes. En particular, se colocan partes del sistema de canales de circulación en los lugares calientes de los elementos estructurales y componentes y otras partes distanciadas de ellos en regiones frías, de manera que puede tener lugar una compensación de calor y se puede atemperar la máquina herramienta. De esta manera, se puede elevar la exactitud de la mecanización de la máquina herramienta, puesto que se evita una dilatación irregular.

El medio de atemperación se puede hacer circular por medio de una bomba y en este caso todos los canales de circulación del sistema de canales de circulación pueden ser recorridos por la corriente. De esta manera, se garantiza una atemperación especialmente eficiente de los elementos estructurales y/o de los componentes. Por lo tanto, no es necesaria una máquina de frío para la atemperación, puesto que a través del ajuste de la potencia de la bomba es posible una atemperación en función del calor generado de los componentes funcionales.

Los canales de circulación del sistema de canales de circulación de la máquina herramienta pueden estar dispuestos como perfiles huecos sobre la superficie de los elementos estructurales y componentes de la máquina herramienta. A través de la disposición de los perfiles huecos directamente sobre la superficie de los componentes de la máquina herramienta es posible, por una parte, una configuración sencilla de la máquina herramienta de acuerdo con la invención y, por otra parte, es posible reequipar en las máquinas herramientas existentes los canales de circulación de acuerdo con la invención. La utilización de perfiles huecos como canales de circulación representa, además, una alternativa económica y efectiva a los canales de circulación integrados generados de forma costosa en componentes fundidos.

Los canales de circulación del sistema de canales de circulación pueden estar configurados como perfiles de refrigeración, de manera que cada perfil de refrigeración puede comprender al menos un canal de avance y un canal

5 de retorno para el alojamiento del medio de atemperación. A través de la preparación de canales de refrigeración, que presentan al mismo tiempo un canal de avance y un canal de retorno, es posible atemperar totalmente con la fijación de un único perfil todo el canto de la máquina herramienta. Además, los orificios del canal de avance y del canal de retorno pueden estar previstos en el mismo lado del perfil de refrigeración, de manera que se posibilita una conexión muy sencilla en el sistema de refrigeración. Además, estos perfiles de refrigeración pueden estar prefabricados y en caso necesario se pueden contar a la longitud deseada, de manera que se garantiza una fabricación económica del sistema de canales de circulación.

10 El canal de avance del perfil de refrigeración puede estar conectado de forma conductora con el canal de retorno. A través de esta configuración especial se puede configurar, utilizando un único perfil de refrigeración, ya un circuito de circulación o sistema de canales de circulación. De esta manera, se pueden reducir los costes y también la complejidad de la máquina herramienta con el sistema de canales de circulación.

15 El canal de avance puede estar conectado con el canal de retorno a través de una placa soldada con trayectoria fresada para la desviación del avance al retorno. De esta manera, es posible conectar el canal de avance de manera económica con el canal de retorno, sin configurar una resistencia a la circulación grande en los canales de circulación.

20 Los perfiles de refrigeración pueden estar atornillados sobre los elementos estructurales y/o componentes. A través de la colocación de los perfiles de refrigeración por medio de uniones atornilladas se garantiza, por una parte, una conexión entre las superficies laterales de los perfiles de refrigeración y los elementos estructurales y/o componentes de la máquina herramienta y, por otra parte, una conexión atornillada posibilita un desmontaje posterior de los perfiles de refrigeración. Si se produce de esta manera un desgaste en el transcurso del tiempo en un perfil de refrigeración, entonces éste se puede desatornillar y sustituir fácilmente.

25 Los canales de circulación del sistema de canales de circulación de la máquina herramienta pueden estar configurados también como tubos y se pueden instalar en las ranuras de los elementos estructurales y/o de los componentes de la máquina herramienta. De esta manera es posible instalar los canales de circulación de la manera más economizadora de espacio posible en la máquina herramienta y de este modo atemperar también superficies y cantos de la máquina herramienta, que presentan sólo un espacio de construcción estrecho.

30 Los tubos de los canales de circulación del sistema de canales de circulación pueden estar fijados sobre la tapa de fijación en las ranuras. Con la ayuda de tal tapa de fijación se pueden fijar los tubos de manera especialmente sencilla en las ranuras o bien a través de la tapa de fijación se puede ejercer también una presión en las ranuras para garantizar una zona de contacto total de los tubos con el elemento estructural de la máquina herramienta y de esta manera optimizar también la transmisión de calor.

35 Los tubos de los canales de circulación del sistema de canales de circulación pueden ser de cobre. A través de las propiedades especialmente ventajosas de la alta conductividad térmica del cobre se puede acelerar adicionalmente la compensación del calor en la máquina herramienta. De este modo, en el caso de utilización de cobre, se puede reducir adicionalmente el gradiente de temperatura en la máquina herramienta.

40 Los canales de circulación del sistema de canales de circulación pueden estar configurados también como taladros en los componentes y/o elementos estructurales de la máquina herramienta. De esta manera, es posible hacer circular el medio de atemperación en la proximidad inmediata de los componentes funcionales generadores de calor y de este modo garantizar una atemperación mejorada de la máquina herramienta.

45 Los canales de circulación del sistema de canales de circulación pueden estar dispuestos en el núcleo de husillo y al mismo tiempo en el alojamiento del husillo. De esta manera se puede disipar la entrada alta de calor que se produce en el núcleo del husillo y en el alojamiento del husillo en la máquina herramienta ya en el lugar de origen. Además, se reducen especialmente deformaciones y curvaturas del husillo sensible.

50 La máquina herramienta puede comprender una bancada de máquina y un montante de máquina. Los canales de circulación del sistema de canales de circulación de la máquina herramienta pueden estar dispuestos sobre el lado superior y el lado inferior a lo largo de los cantos de la bancada de la máquina, y sobre el lado superior y el lado inferior a lo largo de los cantos del montante. Esta disposición ventajosa de los canales de circulación a lo largo de los lados superiores y los lados inferiores provoca una compensación especialmente efectiva de la temperatura, puesto que los gradientes de temperatura en el bancada de la máquina y en el montante, que pertenecen a los elementos estructurales mayores de la máquina herramienta, repercuten en una medida especialmente grande sobre la flexión de la máquina herramienta. Además, la bancada de la máquina y el montante presentan superficies grandes para la instalación de los canales de circulación, de manera que éstos se pueden instalar allí de una manera económica y sencilla.

55 La máquina herramienta puede presentar una bomba para la regulación de la corriente volumétrica del medio de

atemperación. La bomba puede estar instalada de tal manera que el importe de la diferencia de la temperatura del medio de atemperación en las diferentes zonas del sistema de canales de circulación se puede limitar a 3°C y con preferencia a máximo 1°C. De esta manera, a través de la potencia de la bomba se puede regular la corriente volumétrica en los canales de circulación. A través de la corriente volumétrica se puede controlar el transporte de calor y como otra consecuencia se puede ajustar de esta manera la diferencia de la temperatura en el sistema de canales de circulación. Las curvaturas y flexiones de diferentes estructuras de máquinas herramientas se pueden reducir especialmente bien cuando el importe de la temperatura diferencial del medio de atemperación en las diferentes zonas del sistema de canales de circulación es inferior a 3 grados Celsius (o bien es como máximo 31 Celsius) o bien con preferencia es inferior a 1 grado Celsius (o bien máximo 1°C). De esta manera, a través de la limitación de la diferencia de la temperatura se puede garantizar una estructura especialmente libre de curvatura y escasa de flexión. La limitación de la diferencia de la temperatura conduce, además, a una fuerte reducción de las deformaciones de los canales de refrigeración, lo que repercute, entre otras cosas, de manera positiva sobre la estanqueidad del sistema de canales de refrigeración.

La máquina herramienta puede comprender, además, para la detección de un gradiente de temperatura un primer sensor de temperatura en la zona de los componentes funcionales y al menos un segundo sensor de temperatura en una zona sin componentes funcionales. A través de la determinación de un gradiente de temperatura por medio de dos sensores de temperatura se puede realizar una regulación eficiente y sencilla de la corriente volumétrica del medio de atemperación. Con preferencia, por una parte, los sensores de temperatura están instalados en los componentes funcionales generadores de calor y, por otra parte, están instalados en las zonas frías de la máquina herramienta, de manera que se puede calcular la temperatura máxima y la temperatura mínima en el sistema de canales de circulación. De este modo se puede configurar una regulación muy eficiente de la corriente volumétrica.

La máquina herramienta puede comprender, además, una unidad de regulación y de control. Esta unidad puede estar instalada de tal manera que a través de la potencia de la bomba se puede regular la corriente volumétrica del medio de atemperación, de modo que el importe de la temperatura diferencial entre el primero y el segundo sensor de temperatura se puede limitar máximo a 3°C y con preferencia a 1°C. La regulación de la corriente volumétrica sobre la base de la temperatura diferencial representa una posibilidad sencilla y económica para la limitación de las curvaturas y flexiones máximas que aparecen de los elementos estructurales respectivos de la máquina herramienta.

Un procedimiento para la atemperación de una máquina herramienta con canales de circulación, que pueden configurar un sistema de canales de circulación, en el que se hace circular el medio de atemperación puede presentar la atapa: compensación del gradiente de temperatura en la máquina herramienta exclusivamente a través de la circulación del medio de atemperación en los canales de circulación o bien en el sistema de canales de circulación. A través de la compensación del gradiente de temperatura en la máquina herramienta exclusivamente a través de la circulación del medio de atemperación en el sistema de canales de circulación es posible reducir las flexiones de los elementos estructurales de la máquina herramienta, sin utilizar en este caso la máquina de frío. De este modo, en el caso de una atemperación de acuerdo con el procedimiento según la invención se pueden reducir los costes y la complejidad de la máquina herramienta atemperada.

El procedimiento para la atemperación de una máquina herramienta, en el que la máquina herramienta puede presentar primeras zonas, en las que pueden estar dispuestos componentes funcionales y segundas zonas, que pueden estar distanciadas de las primeras zonas, en el que la entrada de calor generada por componentes funcionales en las segundas zonas puede ser menor que en las primeras zonas, y en el que la máquina herramienta puede comprender un montante (900) y una bancada de máquina (500). El sistema de canales de circulación puede presentar, además, primeros y segundos canales de circulación. El procedimiento puede comprender las siguientes etapas: circulación del medio de atemperación desde los segundos canales de circulación de la bancada de la máquina hasta los primeros canales de circulación del montante; circulación del medio de atemperación desde los primeros canales de circulación del montante hasta los segundos canales de circulación del montante; y circulación del medio de atemperación desde los segundos canales de circulación del montante hasta los primeros canales de circulación de la bancada de la máquina. A través de la circulación del medio de atemperación entre los canales de circulación del montante y de la bancada de la máquina es posible compensar la temperatura del montante y de la bancada de la máquina entre sí. De este modo se reducen las curvaturas del bastidor de la máquina herramienta.

El procedimiento para la atemperación de una máquina herramienta, en el que la máquina herramienta puede presentar primeras zonas, en las que pueden estar dispuestos componentes funcionales y segundas zonas, que pueden estar distanciadas de las primeras zonas, en el que la entrada de calor generada por componentes funcionales en las segundas zonas puede ser menor que en las primeras zonas, y en el que la máquina herramienta puede comprender un montante (900) y una bancada de máquina (500). El sistema de canales de circulación puede presentar, además, primeros y segundos canales de circulación. El procedimiento puede comprender las siguientes etapas: circulación del medio de atemperación desde los primeros canales de circulación de la bancada de la máquina hasta los primeros canales de circulación del montante; circulación del medio de atemperación desde los primeros canales de circulación del montante hasta los segundos canales de circulación del montaje y/o de la

bancada de máquina y de retorno. A través de la conexión de los canales de circulación del montante con los canales de circulación de la bancada de la máquina se garantiza que también para el caso en el que sólo se acciona una parte de los componentes funcionales generadores de calor, se puede conseguir un gradiente de temperatura lo más reducido posible en toda la estructura de la máquina herramienta.

5 El procedimiento para la atemperación de una máquina herramienta puede comprender, además, la etapa de regulación de la corriente volumétrica del medio de atemperación en los canales de circulación a través de una bomba. En este caso, la corriente volumétrica se puede regular de tal forma que el importe de la temperatura diferencial del medio de atemperación en las diferentes zonas del sistema de canales de circulación puede ser como  
10 máximo 3°C y con preferencia 1°C. Las curvaturas y flexiones de diferentes estructuras de la máquina herramienta se pueden reducir especialmente bien cuando el importe de la temperatura diferencial del medio de atemperación en las diferentes zonas del sistema de canales de circulación es inferior a 3 grados Celsius (o bien máximo 3° Celsius) o bien con preferencia es inferior a 1 grado Celsius (o bien máximo 1°C). De esta manera, a través de la limitación de la diferencia de la temperatura se puede garantizar una estructura especialmente libre de curvaturas y escasa de flexiones. La limitación de la diferencia de la temperatura conduce, además, a una reducción fuerte de las curvaturas de los canales de refrigeración, lo que repercute, entre otras cosas, positivamente sobre la estanqueidad del sistema de canales de refrigeración.

20 La figura 1 muestra una máquina herramienta en el estado de partida y en el estado deformado.

La figura 2 muestra una bancada de la máquina con perfiles de refrigeración y un montante con perfiles de refrigeración.

25 La figura 3a muestra un perfil de refrigeración en la ranura de un elemento de base.

La figura 3b muestra un perfil de refrigeración en una pieza de fijación, que está conectada con el elemento de base.

La figura 3c muestra un perfil de refrigeración en un taladro en el elemento de base.

30 La figura 4 muestra un perfil de refrigeración con avance y retorno, y adicionalmente con una placa de desviación.

La figura 5 muestra una sección transversal de un perfil de refrigeración con avance y retroceso.

35 La figura 6 muestra una bancada de máquina con perfiles de refrigeración en el lado superior y en el lado inferior de la bancada de máquina.

La figura 7 muestra una vista lateral de la bancada de máquina y la curva esquemática del medio de atemperación dentro de un circuito de circulación o sistema de canales de circulación.

40 La figura 8 muestra una máquina herramienta en el estado de partida y en el estado deformado, en la que el montante se curva en el estado deformado en la dirección de la bancada de la máquina.

La figura 9 muestra una vista en planta superior sobre la bancada de la máquina con la longitud total L.

45 La figura 10a muestra una vista delantera de un montante con diferentes perfiles de refrigeración.

La figura 10b muestra una vista trasera de un montante de máquina con diferentes perfiles de refrigeración.

50 La figura 11 muestra las dimensiones ejemplares de un perfil de refrigeración con avance y retorno.

La figura 12 muestra un elemento estructural de la máquina herramienta, en el que los perfiles de refrigeración están dispuestos en ranuras a lo largo de las guías.

55 La figura 13a muestra un elemento de base con un fresado y un perfil de refrigeración contenido en él, que está fijado sobre una tapa de fijación.

La figura 13b muestra un perfil de refrigeración, que está enclavado en una escotadura en el elemento de base.

60 La figura 13c muestra un perfil de refrigeración, que está encajado elásticamente en una ranura formada especialmente en el elemento de base.

La figura 14 muestra la atemperación de los cojinetes y del núcleo de un husillo.

La figura 15 muestra una refrigeración de los cojinetes y una refrigeración de la tuerca del husillo.

La figura 16 muestra una refrigeración del cojinete y del núcleo del husillo.

5 La figura 17 muestra un anillo de refrigeración y una cabeza de refrigeración para la atemperación de un accionamiento de avance de la máquina herramienta.

La figura 18 muestra el desplazamiento de la traviesa refrigerada en milímetros.

10 La figura 19 muestra una comparación de los desplazamientos máximos en la traviesa con y sin atemperación.

La figura 20 muestra un circuito de regulación para la regulación de la corriente volumétrica del medio de atemperación.

15 La curva de la temperatura de máquinas herramientas resulta a partir de las modificaciones de los componentes estructurales individuales de la máquina en el caso de modificación del balance de calor a través de fuentes de calor internas y externas o también a través de sumideros de calor. Los desplazamientos o desviaciones que se producen se pueden compensar con la compensación técnica de control. Sin embargo, las flexiones o bien los errores angulares resultantes a partir de ellas no se pueden compensar. Además, a menudo no son posibles compensaciones cuando no se pueden separar los desplazamientos y basculamientos. Por lo tanto, un cometido de la presente invención es impedir el basculamiento de la estructura de la máquina así como compensar o bien igualmente impedir los desplazamientos.

20 Los elementos estructurales no se doblan bajo la influencia de la carga de calor cuando se disipa el calor en el lugar de origen y se atemperan los componentes de una manera uniforme sobre todo su espacio de construcción. En concreto, la invención prevé dejar circular a lo largo de los cantos y, dado el caso, adicionalmente sobre las superficies de los elementos estructurales y/o de los componentes de la máquina herramienta un medio de atemperación. El medio se puede refrigerar o calentar opcionalmente, de manera que se puede controlar adicionalmente el desplazamiento o bien la desviación. No obstante, es importante que todos los conductos de atemperación o bien canales de circulación sean recorridos por la corriente de medio atemperado, que es transportado por medio de la bomba.

25 En la figura 2 se representa un montante 900 y una bancada de máquina 500. En el montante 900 están instalados diferentes perfiles de refrigeración en el lado delantero y en el lado trasero, directamente sobre la superficie. A lo largo del canto delantero izquierdo del montante 900 se encuentra el quinto perfil de refrigeración 305. Paralelamente a este perfil de refrigeración está dispuesto en el centro en el montante sobre el lado delantero otro perfil de refrigeración. En el lado exterior derecho paralelamente al quinto perfil de refrigeración 305 sobre el lado delantero del montante 900 están dispuestos tres perfiles de refrigeración paralelos entre sí. Con preferencia, estos perfiles de refrigeración se disponen en zonas, en las que la temperatura del elemento estructural respectivo de la máquina herramienta adopta el valor máximo o el valor mínimo. De esta manera, se disponen los perfiles de refrigeración especialmente en la zona de componentes funcionales generadores de calor.

30 En la bancada de la máquina 500 están dispuestos sobre el lado superior tres perfiles de refrigeración paralelos. En el canto izquierdo del lado superior de la bancada de la máquina 500 está dispuesto en este caso el segundo perfil de refrigeración 302. Paralelamente al segundo perfil de refrigeración 302 se encuentra en el centro en la bancada de la máquina el tercer perfil de refrigeración. Paralelo a éste se encuentra en el canto exterior derecho, que sigue el desarrollo de los cantos, otro perfil de refrigeración. En el lado inferior de la bancada de la máquina 500 se encuentran tres perfiles de refrigeración. Estos perfiles de refrigeración están dispuestos paralelos entre sí y paralelos a los cantos exteriores de la bancada de la máquina 500. Los componentes funcionales generadores de calor están dispuestos en la bancada de la máquina 500 normalmente en el lado superior, mientras que en el lado inferior de la bancada de la máquina 500 no están dispuestos componentes funcionales generadores de calor, de manera que la disposición opuesta de los perfiles de refrigeración sobre el lado superior y sobre el lado inferior de la bancada de la máquina 500 conduce a una compensación ideal del gradiente de temperatura en la bancada de la máquina 500. A través de la colocación sencilla de tales perfiles de refrigeración sobre la superficie o bien a lo largo de los cantos de los componentes estructurales de la máquina herramienta se puede realizar la atemperación de los componentes estructurales de la máquina herramienta con medios sencillos y de esta manera se puede configurar fácilmente un sistema de canales de circulación. De este modo, a través de dicha realización de consigue una distribución uniforme de la temperatura en los componentes estructurales respectivos y de esta manera reduce las flexiones de los componentes estructurales, sin necesitan en este caso una máquina de frío costosa. De este modo, a través de la presente invención se eleva la compensación del calor dentro de la estructura sobre dichos perfiles de refrigeración, puesto que la conducción de calor en la estructura sólo a través del material es demasiado inerte para impedir las curvaturas descritas. De acuerdo con ello, la presente invención se puede emplear en todas las máquinas herramientas, que están expuestas a influencias de calor o frío y en virtud de lo cual presentan inexactitudes. No se aplican en la presente invención medidas de refrigeración costosas.

En la figura 3a se representa la disposición ejemplar de un perfil de refrigeración como canal de circulación en el elemento de base 15. El perfil de refrigeración 300 está insertado en un fresado en el elemento de base 15 y está fijado por medio de una abrazadera de fijación 161 en el elemento de base 15. De manera más preferida, la abrazadera de fijación 161 está atornillada con el elemento de base 15. En esta forma de realización se ha representado el perfil de refrigeración 300 sólo como tubo sencillo, de manera que también es posible empleo de perfiles con las más diferentes secciones transversales.

En la figura 3b, un perfil de refrigeración está alojado en una pieza de fijación 162. La pieza de fijación 162 está atornillada de manera más preferida con el elemento de base 15. La pieza de fijación 162 puede estar soldada, además, con el elemento de base. Esto tiene la ventaja de que a través de la soldadura se provoca un contacto especialmente bueno entre la pieza de fijación 162 y el elemento de base 15 y de esta manera resulta especialmente ventajosa también la transmisión de calor.

En la figura 3c se representa el perfil de refrigeración 300 en un taladro en el elemento de base 15. La disposición del perfil de refrigeración 300 en un taladro es aplicable sobre todo en componentes estructurales con relaciones de espacio estrechas.

En una configuración especialmente ventajosa del sistema de canales de circulación de la presente invención, un perfil de refrigeración no sólo presenta un único canal de circulación, sino dos canales de circulación. En la figura 4 se representa un perfil de refrigeración 300 con un canal de avance y un canal de retorno y con un lado de conexión 8. En el perfil de refrigeración representado, la conexión para el avance 801 y la conexión para el retorno 802 se encuentran en la misma superficie lateral del perfil de refrigeración 300. Esto garantiza una configuración especialmente sencilla del circuito de circulación o del sistema de canales de circulación. La conexión de avance 801 y la conexión de retorno 802 se conectan a través del lugar de conexión 804 con la rosca de conexión 803 (con preferencia rosca G<sup>3/4</sup>) con el perfil de refrigeración, de manera que las diferentes uniones de las conexiones 801 y 802 con el perfil son con preferencia uniones atornilladas. Esto garantiza una facilidad de fabricación y alta fiabilidad con respecto a la hermeticidad del perfil de refrigeración. El perfil de refrigeración representado tiene la ventaja de que se puede fabricar muy fácilmente y, además, se puede fabricar muy sencillamente a través de simple recorte del perfil de refrigeración 300 y unión atornillada siguiente de las conexiones de avance y de retorno sobre la longitud deseada. Sobre el lado opuesto de la conexión de avance 801 y de la conexión de retorno 802 se encuentra una placa de desviación 350. La placa de desviación 350 sirve para la desviación del medio de atemperación desde el avance hasta el retorno o bien a la inversa. La placa de desviación 300 puede estar soldada, por ejemplo, sobre el perfil de refrigeración. La placa de desviación 350 presenta un espacio hueco de desviación 351. Este espacio hueco de desviación es con preferencia un fresado sencillo en la placa de desviación 350. El perfil de refrigeración 300 con la superficie del perfil de refrigeración 340 se puede conectar de una manera más sencilla de forma estable con el elemento estructural respectivo de la máquina herramienta. De este modo, es posible también una capacidad de sustitución de los perfiles de refrigeración individuales del sistema de canales de circulación de la máquina herramienta, por ejemplo en el caso de la aparición de fenómenos de desgaste. Con la ayuda de los perfiles de refrigeración mostrados es posible una configuración muy sencilla y económica de un sistema de canales de circulación / circuito de circulación. De este modo, ya a través del empleo de sólo unos pocos perfiles de refrigeración en los lados caliente y frío de la máquina herramienta puede tener lugar una atemperación sencilla de la máquina herramienta.

La sección transversal de un perfil de refrigeración del sistema de canales de refrigeración se representa de forma ejemplar en la figura 5. El perfil de refrigeración 300 representado está configurado como perfil hueco rectangular con dos cámaras separadas. El perfil de refrigeración presenta un primer espacio hueco 311 y un segundo espacio hueco 312. El primer espacio hueco 311 está rodeado por el primer recinto de espacio hueco 321. El segundo espacio hueco 312 está rodeado por el segundo recinto de espacio hueco 322. En el lado izquierdo se encuentra el lado de fijación 330 del perfil de refrigeración 300. Los primeros y segundos recintos de espacio hueco pueden estar configurados directamente como espacio hueco o pueden estar configurados de un material con muy alta conductividad térmica. Si los recintos de espacio hueco están configurados como espacios huecos propiamente dichos, entonces el perfil hueco 300 mostrado comprenden de, de hecho, dos cámaras grandes rectangulares, que están conectadas a través de las conexiones de avance y de retorno en el sistema de canales de circulación. Puesto que en este caso los espacios huecos pueden alojar una cantidad especialmente grande del medio de atemperación, se puede atemperar de una manera especialmente efectiva el componente estructural respectivo de la máquina herramienta.

En la figura 6 se representa una bancada de máquina con varios perfiles de refrigeración 300 del sistema de canales de circulación. En el lado inferior de la bancada de la máquina se encuentra en este caso en primer perfil de refrigeración 301 y el cuarto perfil de refrigeración 304. Estos dos perfiles de refrigeración se encuentran, por lo tanto en el lado no caliente o bien frío de la bancada de la máquina. En estos perfiles de refrigeración se refrigera de esta manera el medio de atemperación o bien se cede calor. En el lado superior de la bancada de la máquina se encuentran el segundo perfil de refrigeración 302 y el tercer perfil de refrigeración 303, que están dispuestos directamente en componentes funcionales generadores de calor. En particular, el segundo perfil de refrigeración 302



y el tercer perfil de refrigeración 303 están dispuestos en la primera guía 1 y en la segunda guía 2. En el centro de la bancada de la máquina se pueden encontrar, además, accionamientos 6 generadores de calor. El segundo perfil de refrigeración 302 y el tercer perfil de refrigeración 303 absorben a través del medio de atemperación que circula allí el calor introducido de los componentes funcionales generadores de calor y lo transmiten a perfiles de refrigeración en zonas más frías de la bancada de la máquina o la máquina herramienta. La máquina herramienta y en particular la bancada de la máquina herramienta representada presentan un lavado de la bancada 4 y cámaras huecas 7. La disposición 5 representada en la figura 6 de los diferentes perfiles de refrigeración conduce a una atemperación especialmente efectiva y, por lo tanto, a una compensación del calor especialmente efectiva o bien a una distribución especialmente efectiva del calor en la bancada de la máquina, puesto que los perfiles están dispuestos especialmente cerca de los componentes funcionales generadores de calor y los perfiles previstos para la compensación de calor están dispuestos en zonas especialmente frías del bastidor de la máquina. Además, la disposición representada de los perfiles de refrigeración es especialmente económica de fabricar, puesto que los cuatro perfiles huecos deben colocarse en la máquina herramienta o bien en la bancada de la máquina herramienta para atemperarla de una manera suficiente o bien efectiva.

Para la explicación adicional de la máquina herramienta representada en la figura 6 o bien de la bancada de la máquina herramienta representada se representa en la figura 7 una vista lateral de la bancada de la máquina herramienta. A través del cuarto perfil de refrigeración 304 representado en la figura 7 en el lado inferior de la bancada de la máquina se representa una parte del sistema de canal de circulación. En particular, en la figura 7 se representa con las flechas debajo de la bancada de la máquina una circulación esquemática del medio de atemperación dentro del sistema de canales de circulación o bien del perfil de refrigeración. En el lado exterior derecho del cuarto perfil de refrigeración 304 se encuentra la conexión del perfil de refrigeración 8. El medio de atemperación se conduce siguiendo las flechas esquemáticas de flujo desde la conexión del perfil de refrigeración 8 hacia el extremo exterior izquierdo de la bancada de la máquina y de retorno.

En la figura 8 se representa en la comparación una máquina herramienta refrigerada y una máquina herramienta no refrigerada. La máquina herramienta representada comprende en este caso un montante 900 con escotaduras de montante 10. En el lado inferior de la bancada de la máquina se representa un cuarto perfil de refrigeración 304 y en el lado superior del montante 900 se representa el accionamiento superior 11. La posición de partida del accionamiento superior 110 muestra en comparación con la posición de deformación del accionamiento superior 111 una desviación clara. Por medio de las líneas esquemáticas 801 y 802 debe ilustrarse, además, de nuevo la deformación de la bancada de la máquina. Las deformaciones representadas en la figura 8 de la máquina herramienta se muestran ampliadas. No obstante, hay que indicar que a través de la disposición de acuerdo con la invención de los perfiles de refrigeración de acuerdo con la invención en las diferentes zonas de la máquina herramienta se puede constatar una mejora clara (reducción) de la flexión y curvatura de la máquina herramienta.

En la figura 9 se representa la vista en planta sobre la bancada de la máquina. En particular, en máquinas herramientas con una bancada de máquina muy larga, las curvaturas de la bancada de la máquina repercuten de manera especialmente fuerte sobre la exactitud de la mecanización de las piezas de trabajo. En la figura 9 se designa la máquina herramienta o bien la longitud de la bancada de la máquina herramienta con L.

De manera similar a las disposiciones de los perfiles de refrigeración sobre los diferentes lados del montante 900 en la figura 2, en las figuras 10a y 10b se representan disposiciones preferidas de los perfiles de refrigeración en el montante de la máquina herramienta en un ejemplo concreto. En la figura 10a, un quinto perfil 305 está dispuesto a lo largo de un canto superior del montante 900. En el centro a lo largo de un eje del montante 900 está dispuesto un sexto perfil de refrigeración 306. En el lado inferior del montante 900 está dispuesto un séptimo perfil de refrigeración 307. A través de la disposición representada de los perfiles de refrigeración puede tener lugar una compensación del desarrollo de calor en el accionamiento central 14 desde el sexto perfil de refrigeración 306 hacia el quinto y séptimo perfiles del montante. En la figura 10b se representa la vista trasera 12 del montante 900 de la máquina herramienta. El montante 900 presenta en este caso en su lado superior un octavo perfil de refrigeración 308 y en su lado inferior un noveno perfil de refrigeración 309.

Para la explicación adicional de la invención y de la disposición especial de los diferentes perfiles de refrigeración, el sistema de canales de circulación de acuerdo con la invención de la máquina herramienta se puede considerar también como dispositivo de atemperación para la atemperación de la máquina herramienta. Diferentes canales (primeros y segundos canales de circulación) del sistema de canales de circulación, en los que circula el medio de atemperación, están dispuestos en este caso en primeras y segundas zonas de la máquina herramienta. En las primeras zonas están dispuestas en este caso fuentes de calor y las segundas zonas están distanciadas de las primeras zonas. La entrada de calor generada por las fuentes de calor en las segundas zonas puede ser más reducida que en las primeras zonas. Los primeros canales de circulación pueden estar dispuestos en las primeras zonas y los segundos canales de circulación pueden estar dispuestos en las segundas zonas. Los canales de circulación pueden estar dispuestos, además, a lo largo de los cantos y/o sobre las superficies de los elementos estructurales de la máquina herramienta. Los canales de circulación pueden estar dispuestos sobre los elementos estructurales de la máquina herramienta, de tal manera que durante la circulación del medio de atemperación desde

los primeros canales de circulación hasta los segundos canales de circulación, se puede reducir la caída de la temperatura de las diferentes zonas de la máquina herramienta. A través de la disposición de los canales de circulación en las diferentes zonas de máquina herramienta se puede provocar de una manera sencilla una redistribución del calor introducido en la estructura de la máquina herramienta.

5 En la figura 11 se representan mediciones ejemplares para una configuración especialmente ventajosa del perfil de refrigeración o bien de la sección transversal del perfil de refrigeración. Para este perfil hueco se prefiere en este caso en particular, un material con conductividad térmica muy alta.

10 Para poder elevar adicionalmente la disipación del valor en particular en las guías, es ventajoso alojar los perfiles de refrigeración en ranuras, que están dispuestas directamente junto a la guía. En la figura 12 se representan perfiles de refrigeración en ranuras, que están dispuestas directamente junto a la guía 1 y a la guía 2. De esta manera, a través de la disposición mostrada en la figura 12 de los perfiles de refrigeración 300 directamente en las guías 1 y 2 se posibilita de una manera óptima una disipación del calor, de modo que se pueden reducir al mínimo las deformaciones y flexiones o bien las curvaturas del elemento estructural de la máquina herramienta. Las posibilidades de fijación preferidas para la fijación y colocación de los perfiles de refrigeración en las ranuras o bien fresados se muestran en las figuras 13a a 13c.

20 En la figura 13a se muestra un perfil de refrigeración 300, que está dispuesto en un fresado (ranura 151) en el elemento de base 15 de elemento estructural de la máquina herramienta. El perfil de refrigeración 300 está introducido a presión sobre una tapa de fijación 16 en el fresado, de manera que se garantiza un contacto óptimo del perfil de refrigeración con el elemento de base, y de manera que se incrementa al máximo la transmisión de calor. Esto se garantiza, por ejemplo, a través de la tapa de fijación 16 representada, que se coloca a presión sobre el elemento de refrigeración 300 y de esta manera se deforma, de modo que la tapa de fijación 16 encaja, por una parte, en las ranuras de fijación en el elemento de base y se adapta, por otra parte, a la superficie del perfil de refrigeración 300.

25 En la figura 13b se representa un perfil de refrigeración 300, que está introducido a presión en un fresado en el elemento de base 15.

30 En la figura 13c se representa el fresado en el elemento de base 15, de tal manera que el perfil de refrigeración 300 puede ser introducido a presión en el fresado del elemento de base de tal manera que éste se fija en la parte en forma de cuña del fresado en el elemento de base 5. De esta manera, aquí durante la instalación del perfil de refrigeración 300, se guía éste ligeramente comprimido a través del cuello del fresado en el elemento de base 15, de manera que el perfil de refrigeración se puede dilatar de nuevo en el elemento abombado del fresado y no resbala ya por sí mismo a través del cuello del fresado del elemento de base 15. A través de la previsión de fresados del tipo de cuña para la fijación del perfil de refrigeración 300 se puede preparar una forma especialmente ventajosa de la fijación del perfil de refrigeración.

40 En la figura 14 se representa una refrigeración del núcleo del husillo combinada con una refrigeración del cojinete del husillo. Para elevar adicionalmente la estabilidad de la temperatura del husillo de la máquina herramienta, se puede prever adicionalmente a la refrigeración del núcleo del husillo, una refrigeración del cojinete del husillo. La refrigeración del cojinete del husillo se realiza en este caso a través de los segundos taladros de refrigeración 25 y los terceros taladros de refrigeración 26. Los segundos taladros de refrigeración 25 se encuentran en este caso en el anillo de refrigeración 22, que está colocado sobre el alojamiento 20. Los terceros taladros de refrigeración 26 se encuentran en una cazoleta de refrigeración 23, que se coloca en el lado frontal del husillo. De esta manera, en el ejemplo de realización representado no sólo se refrigera el núcleo 21 del husillo a través del primer taladro de refrigeración 24, sino que, además, se refrigeran o bien se atemperan, además, también los alojamientos en los lados exteriores a través del segundo taladro de refrigeración 25 y el tercer taladro de refrigeración 26 y de esta manera se consigue una estabilidad más alta a la temperatura y una precisión más elevada de la máquina herramienta. El anillo de refrigeración 22 presenta en su interior varios taladros de refrigeración, a través de los cuales circula el medio de atemperación y con cuya ayuda se puede mantener estable la temperatura del alojamiento 20.

50 En la figura 15 se representa de nuevo una sección transversal a través de la disposición de husillo mostrada en la figura 15. En la figura 15 se representa, además, de manera ejemplar una refrigeración de la tuerca. En este caso, en la periferia exterior de la tuerca está instalado un segundo anillo de refrigeración adicional con diferentes taladros de refrigeración. De esta manera, además del primer taladro de refrigeración 24, también a través de los segundos taladros de refrigeración 25 y a través de los taladros de refrigeración en el segundo anillo de refrigeración 28 se consigue una estabilización de la temperatura del husillo.

60 En la figura 16 se representa de nuevo una refrigeración combinada del cojinete y del husillo. En este caso, a través de la cazoleta de refrigeración 23 combinada con un anillo de refrigeración, que está dispuesto alrededor de la periferia exterior del cojinete representado y a través de los canales de refrigeración previstos allí del sistema de

canales de refrigeración se realiza una atemperación, por una parte, del cojinete 6 y, por otra parte, del núcleo del husillo 21. A través de la atemperación del núcleo del husillo 21 y al mismo tiempo también del cojinete 20 del husillo se puede incrementar especialmente la precisión de la máquina herramienta. Para la ilustración se representan en la figura 17 de nuevo el anillo de refrigeración 22 y la cazoleta de refrigeración 23 de la atemperación mencionada anteriormente en el husillo. El anillo de refrigeración 22 y la cazoleta de refrigeración 23 se fijan en este caso entre sí por medio de uniones atornilladas. Es especialmente preferida una configuración en la que el anillo de refrigeración 22 como también la cazoleta de refrigeración 23 se fabrican de una fundición de aluminio, puesto que de esta manera se puede conseguir una estabilización especialmente alta de la temperatura del husillo de la herramienta. Además, a través de la fundición de aluminio sólo se eleva mínimamente el peso del husillo.

En la figura 18 se representa el desplazamiento de la traviesa 29 refrigerada en milímetros. A través de la refrigeración adicional en las guías de la traviesa se puede reducir claramente la flexión de la traviesa de 12 mm a 2 mm en la guía de referencia. En el desplazamiento general, la flexión en el estado no refrigerado tiene una proporción en torno al 30 %. El otro 60 % se puede explicar de la siguiente manera: dilatación del carro-x a través de calentamiento de la tuerca de husillo de rodillo de bolas; dilatación de la traviesa en la anchura (dirección-y de la máquina); diferencias de temperatura de la traviesa en dirección-z, de esta manera dilatación en torno al eje-x y desplazamiento en dirección-y.

En una configuración especialmente ventajosa de la presente invención resultan para los tubos del sistema de canales de circulación un diámetro interior necesario de sólo 9 mm para conseguir la potencia de refrigeración necesaria en la traviesa 29. La corriente volumétrica necesaria está en este caso en 6 L/Min, estando la temperatura de avance óptima en 23°C. Con estas condiciones marginales se puede reducir claramente la deformación de la máquina herramienta.

En la figura 19 se representa de nuevo de forma resumida la comparación de los desplazamientos máximos en la traviesa 29. Se puede ver claramente la diferencia entre los desplazamientos con refrigeración y los desplazamientos sin refrigeración. Los desplazamientos se representan en la figura 19 en función de la posición en la traviesa. El desplazamiento propiamente dicho se representa en la figura 19 en micrómetros.

La figura 10 muestra un circuito de regulación simplificado para la regulación de la corriente volumétrica del medio de atemperación en el sistema de canales de circulación (301-309) en el ejemplo de una bancada de máquina 500. El sistema de canales de circulación está constituido de manera simplificada por dos perfiles de refrigeración 300, que presentan, respectivamente, un avance 311 y un retorno 312. Las conexiones de los canales de refrigeración 300 se conducen hacia una bomba 30. Con la ayuda de la bomba 30 se hace circular el medio de atemperación en el sistema de canales de circulación. A través de la potencia de la bomba 30 se puede ajustar de esta manera la corriente volumétrica del medio de atemperación. En función de la máquina herramienta respectiva o bien del componente considerado y de los componentes funcionales generadores de calor presentes allí y de los perfiles de refrigeración instalados, se puede regular la corriente volumétrica en el sistema de canales de circulación de tal manera que no se excede una temperatura diferencial determinada dentro de las diferentes zonas o secciones del sistema de canales de circulación. En particular, en este caso, la sección transversal disponible juega un papel importancia para la conducción del medio de atemperación en los canales de circulación. Otro factor es la entrada de calor producida de los componentes funcionales en la estructura de la máquina herramienta. En función de estos factores se puede seleccionar la bomba para que a través de la regulación de la potencia de la bomba se ajuste siempre la corriente volumétrica para que el importe de la temperatura diferencial del medio de atemperación no exceda un valor de 3°C y de manera especialmente ventajosa de 1°C. De este modo es posible limitar las deformaciones y en particular las curvaturas y flexiones de la estructura de la máquina herramienta para que se pueda conseguir una relación óptima entre el gasto de atemperación y la exactitud de mecanización del componente. Para la regulación de la corriente volumétrica se miden, además, las temperaturas en el lado superior y en el lado inferior de la bancada de la máquina 500. Los puntos de medición de la temperatura T1 y T2 están previstos en este caso con preferencia en las zonas de las temperaturas máximas aparecidas, respectivamente, en el lado superior y en el lado inferior (lado frío y caliente de la estructura respectiva). Los componentes funcionales generadores de calor se representan en la figura 20 de forma ejemplar con la ayuda de la mesa de la máquina 501.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Máquina herramienta con un bastidor de máquina compuesto de elementos estructurales y con componentes montados en el mismo, que comprenden componentes funcionales, que generan calor en el funcionamiento de la máquina herramienta, que se introduce través de transporte de calor en los elementos estructurales y los componentes, con un sistema de canales de circulación (301-309), con primeros y segundos canales de circulación, en el que se circula un medio de atemperación, que está dispuesto en los elementos estructurales y en los componentes de la máquina herramienta en primeras zonas y en segundas zonas distanciadas de las primeras zonas, de tal manera que como consecuencia de la circulación con el medio de atemperación, el calor generado por los componentes funcionales se distribuyen en el bastidor de la máquina y en los componentes, de manera que la entrada de calor generada a través de los componentes funcionales es en las segundas zonas menor que en las primeras zonas, de manera que se realiza una compensación del gradiente de temperatura en la máquina herramienta exclusivamente a través de circulación del medio de atemperación en el sistema de canales de circulación (301-309), **caracterizada** porque los canales de circulación del sistema de canales de circulación (301-309) están configurados como perfiles huecos y están dispuestos sobre la superficie de los componentes de la máquina herramienta y la máquina herramienta comprende una bancada de máquina (500) y un montante de máquina (900) y porque los canales de circulación del sistema de canales de circulación (301-309) están dispuestos sobre el lado superior y sobre el lado inferior a lo largo de los cantos de la bancada de la máquina (500) y sobre el lado superior y el lado inferior a lo largo de los cantos del montante (900).
- 20 2.- Máquina herramienta de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** porque el sistema de canales de circulación (301-309) está dispuesto en los elementos estructurales y componentes de la máquina herramienta de tal manera que se impiden desplazamientos y/ desviaciones de los elementos estructurales y componentes.
- 25 3.- Máquina herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizada** porque los canales de circulación del sistema de canales de circulación (301-309) están configurados como perfiles de refrigeración (300) y porque el perfil de refrigeración (300) comprende al menos un canal de avance y un canal de retorno para el alojamiento del medio de atemperación.
- 30 4.- Máquina herramienta de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizada** porque el canal de avance está conectado para conducción con el canal de retorno, de manera que se desvía el medio de atemperación.
- 35 5.- Máquina herramienta de acuerdo con la reivindicación 3 ó 4, **caracterizada** porque el canal de avance está conectado con el canal de retorno a través de una placa soldada (350) con trayectoria fresada, para la desviación del avance al retorno.
- 40 6.- Máquina herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 5, **caracterizada** porque los perfiles de refrigeración (300) están atornillados sobre los componentes de la máquina herramienta.
- 45 7.- Máquina herramienta de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** porque los canales de circulación del sistema de canales de circulación (301-309) están configurados como tubos y porque la máquina herramienta presenta ranuras (51), en las que están colocados los tubos.
- 8.- Máquina herramienta de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizada** porque los tubos están fijados sobre la tapa de fijación (16) en las ranuras (151).
- 9.- Máquina herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 8, **caracterizada** porque los tubos de los canales de circulación son de cobre.
- 50 10.- Máquina herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizada** porque los canales de circulación del sistema de canales de circulación (301-309) están dispuestos en taladros en los componentes y elementos estructurales de la máquina herramienta.
- 55 11.- Máquina herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada** porque los canales de circulación del sistema de canales de circulación (301-309) están dispuestos en parte en el núcleo del husillo (21) y en el alojamiento del husillo (20).
- 60 12.- Máquina herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizada** porque está instalada una bomba (30) para la regulación de la corriente volumétrica del medio de atemperación de tal manera que el importe de la diferencia de la temperatura del medio de atemperación en las diferentes zonas del sistema de canales de circulación (301-309) está limitado a máximo 3 °C.
- 13.- Máquina herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizada** porque para la detección de un gradiente de temperatura está previsto un primer sensor de temperatura en una zona sin

componentes funcionales en la máquina herramienta.

5 14.- Máquina herramienta de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizada** porque está prevista una unidad de regulación y de control, que está instalada de tal manera que a través de la potencia de la bomba (30) se regula la corriente volumétrica del medio de atemperación, de manera que el importe de la temperatura diferencial entre el primero y el segundo sensor de temperatura se limita a máximo 3 °C.

10 15.- Procedimiento para la atemperación de una máquina herramienta con un bastidor de máquina constituido por elementos estructurales y componentes montados en el mismo, que comprenden componentes funcionales, que generan en el funcionamiento de la máquina herramienta calor, que se introduce a través de transporte de calor en los elementos estructurales y los componentes, con primeros y segundos canales de circulación, que configuran un sistema de canales de circulación (301-309), que está dispuesto en los elementos estructurales y en los componentes de la máquina herramienta en primeras zonas y en según das zonas distanciadas de las primeras zonas, en el que la entrada de calor generada a través de los componentes funcionales es menor en las segundas zonas que en las primeras zonas y en el que los canales de circulación del sistema de canales de circulación (301-309) están configurados como perfiles huecos y están dispuestos sobre la superficie de los componentes de la máquina herramienta y la máquina herramienta comprende una bancada de la máquina (500) y un montante de la máquina (900) y en el que los canales de circulación del sistema de canales de circulación (301-309) están dispuestos sobre el lado superior y el lado inferior a lo largo de los cantos de la bancada de la máquina (500) y sobre el lado superior y el lado inferior a lo largo de los cantos del montante (900), con la etapa de la compensación del gradiente de temperatura en la máquina herramienta exclusivamente a través de circulación del medio de atemperación en el sistema de canales de circulación (301-309).

25 16.- Procedimiento para la atemperación de una máquina herramienta de acuerdo con la reivindicación 15, **caracterizado** por la etapa de la regulación de la corriente volumétrica del medio de atemperación en los canales de circulación a través de una bomba (30), de tal manera que el importe de la temperatura diferencial del medio de atemperación en las diferentes zonas del sistema de canales de circulación (301-309) es como máximo 3 °C, y con preferencia 1 °C.

30



Figura 2

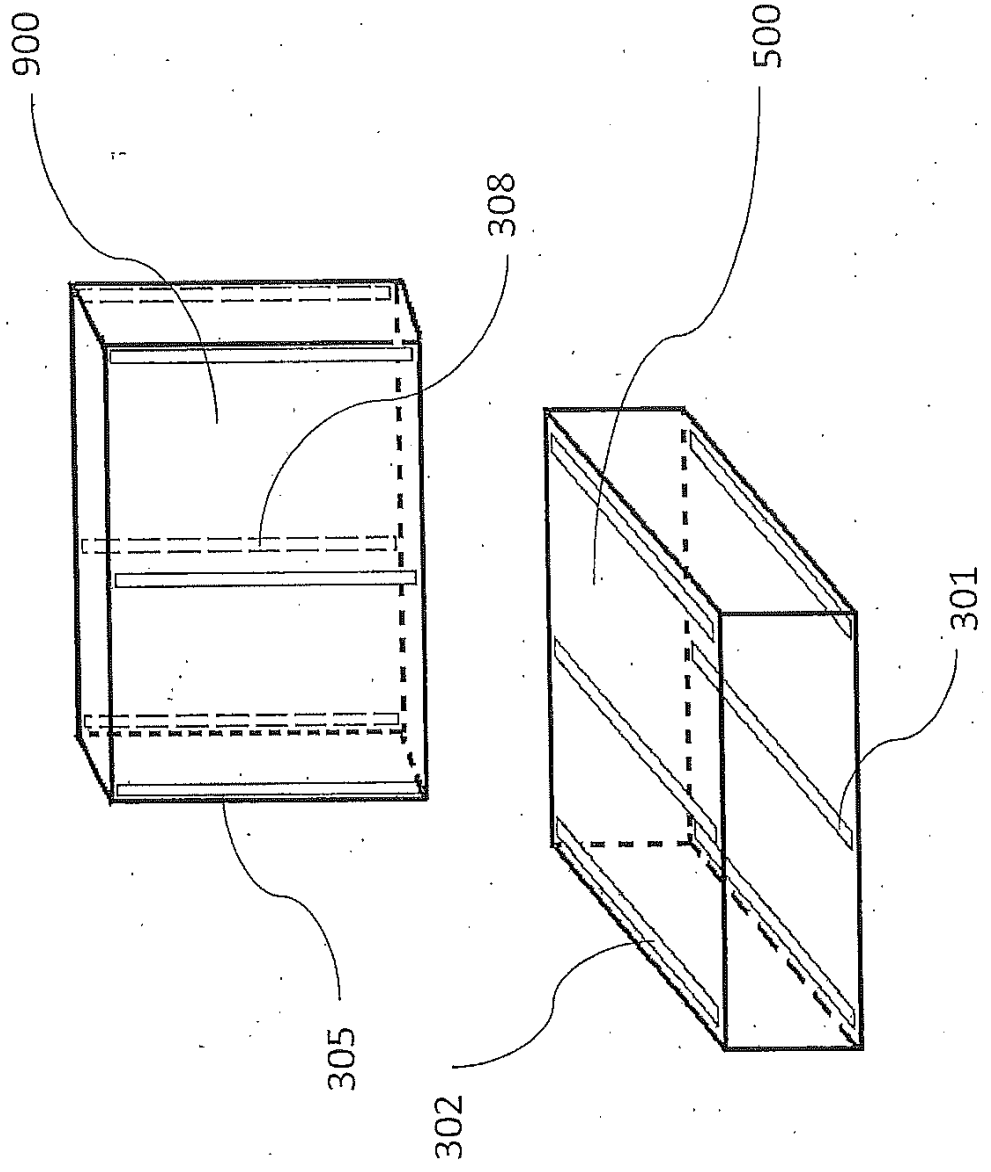


Figura 3a

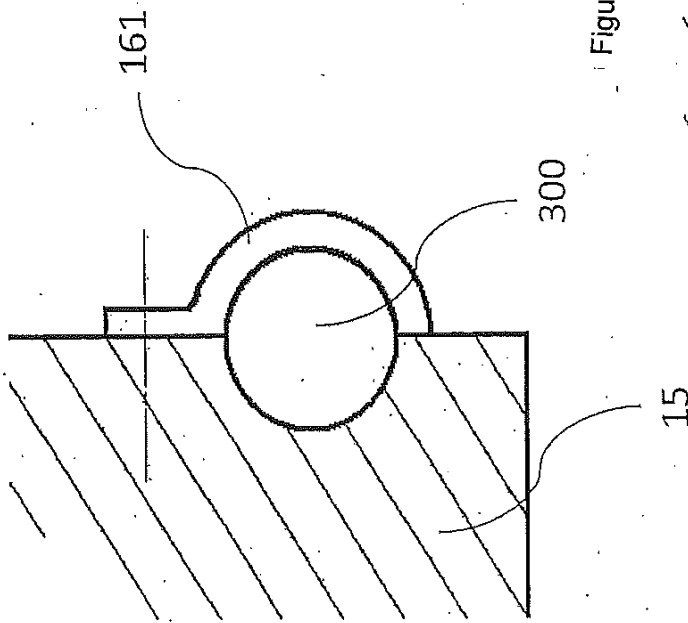


Figura 3b

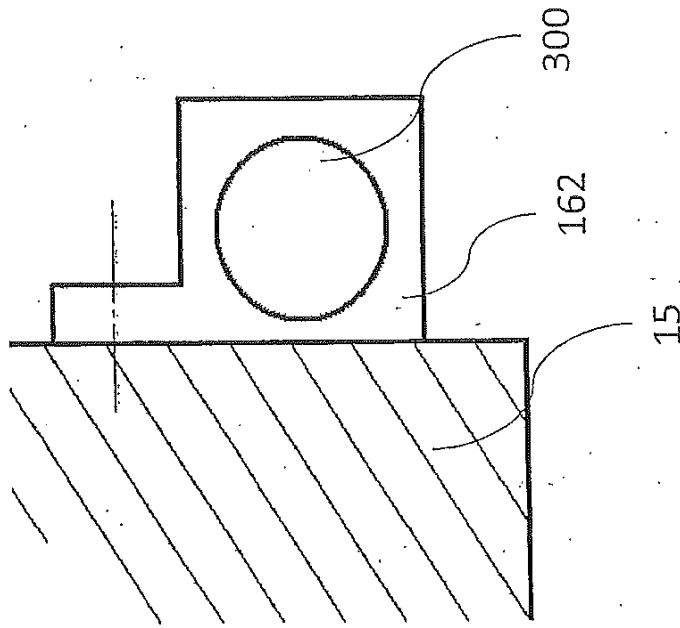
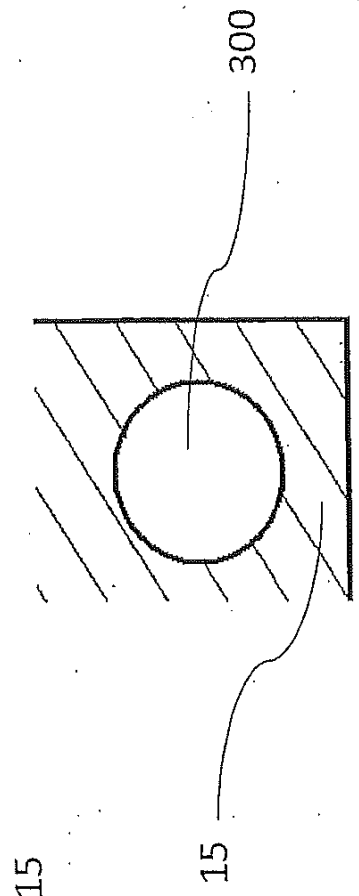


Figura 3c





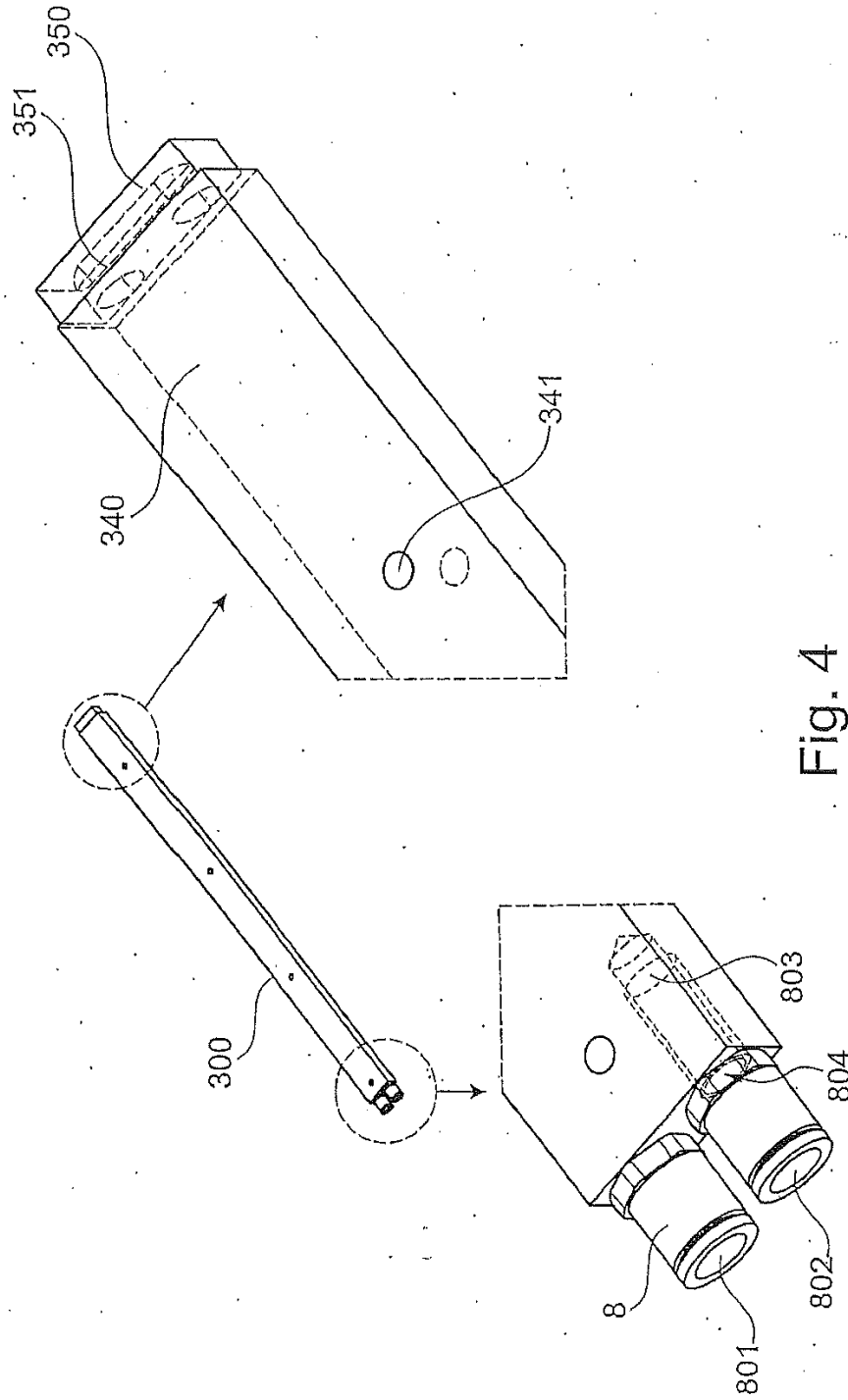


Fig. 4

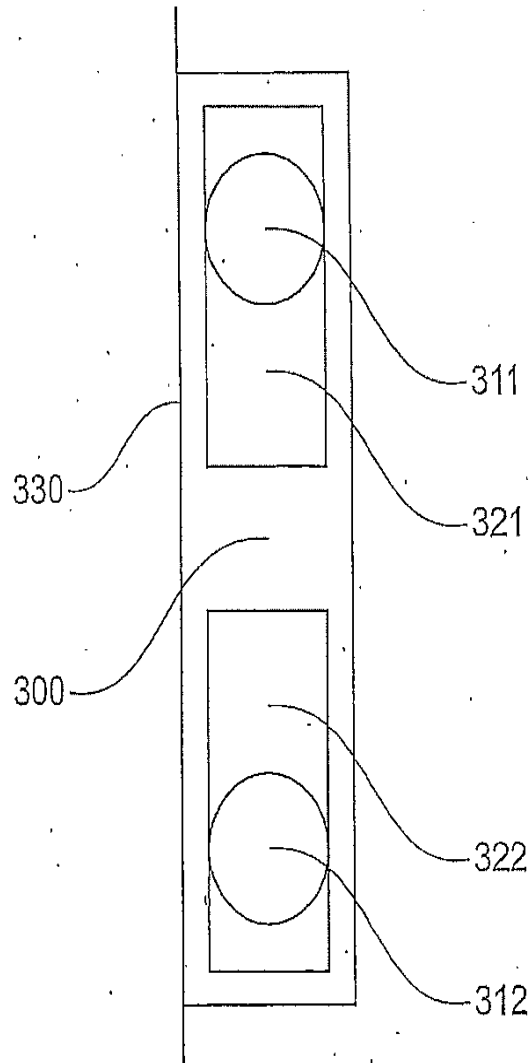


Fig. 5

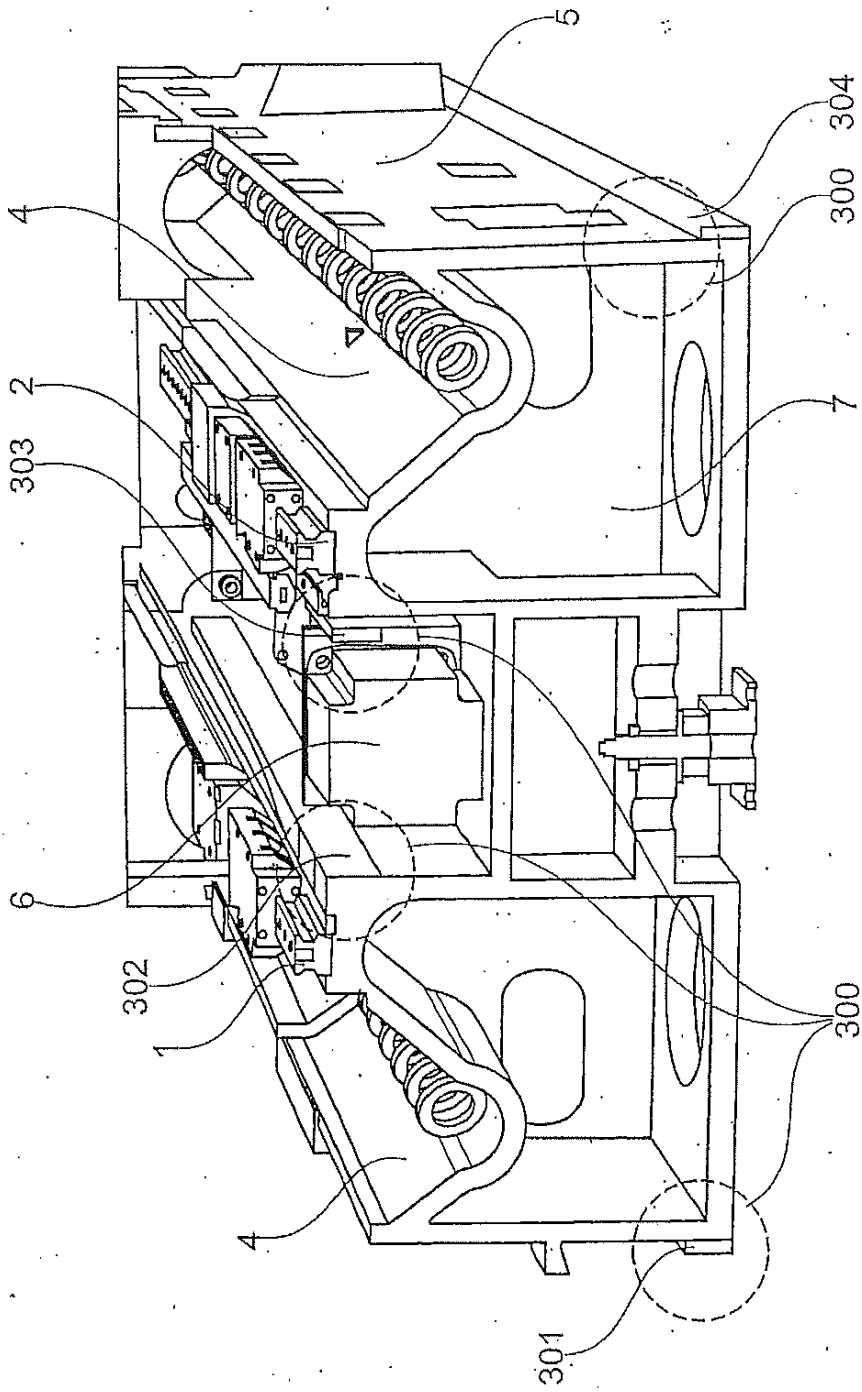


Fig. 6

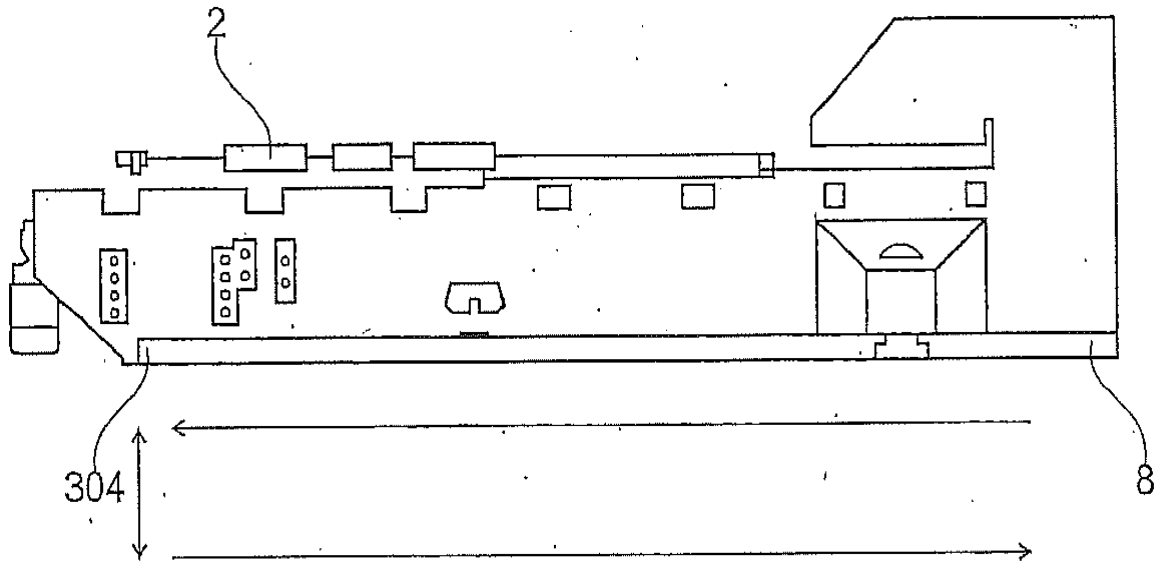


Fig. 7

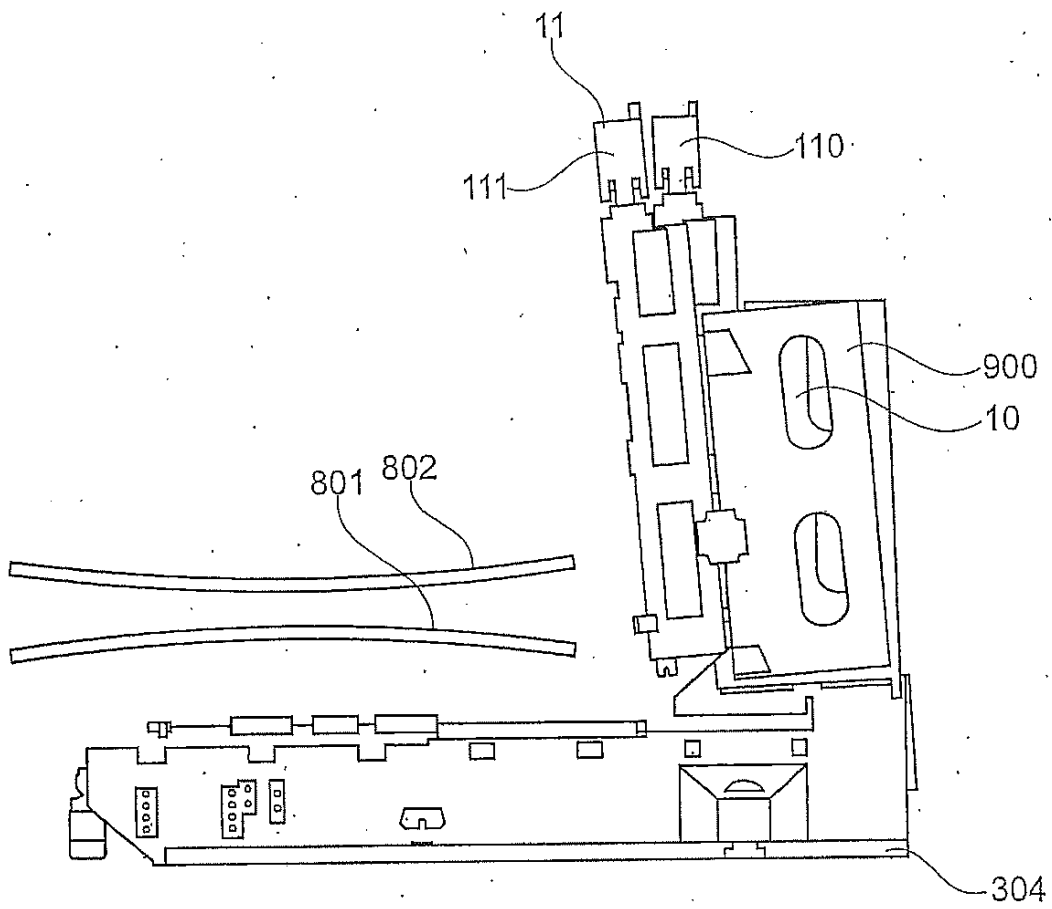


Fig. 8

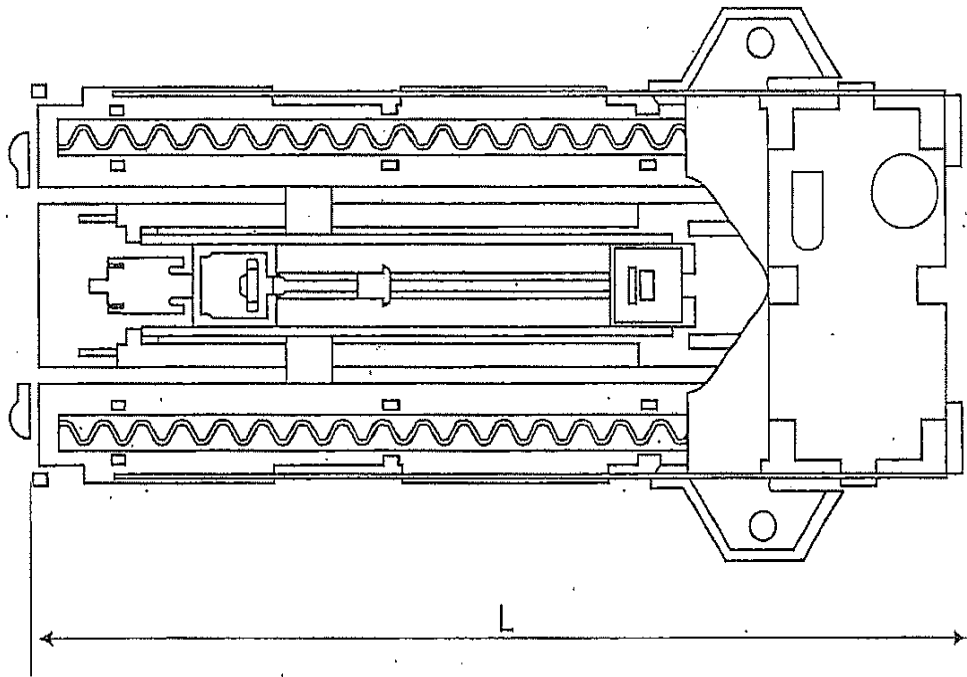


Fig. 9

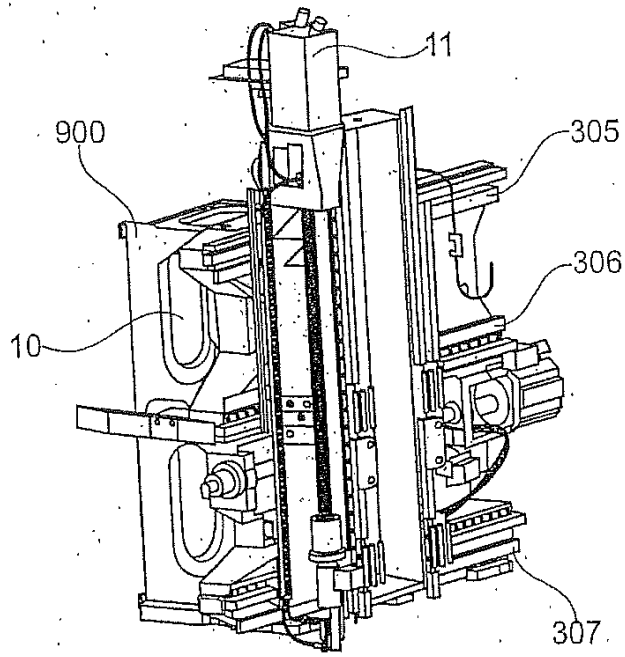


Fig. 10a

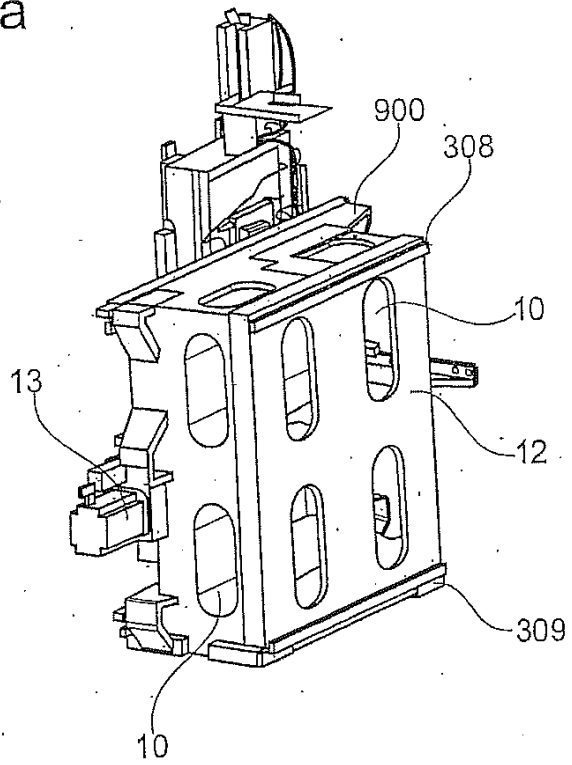
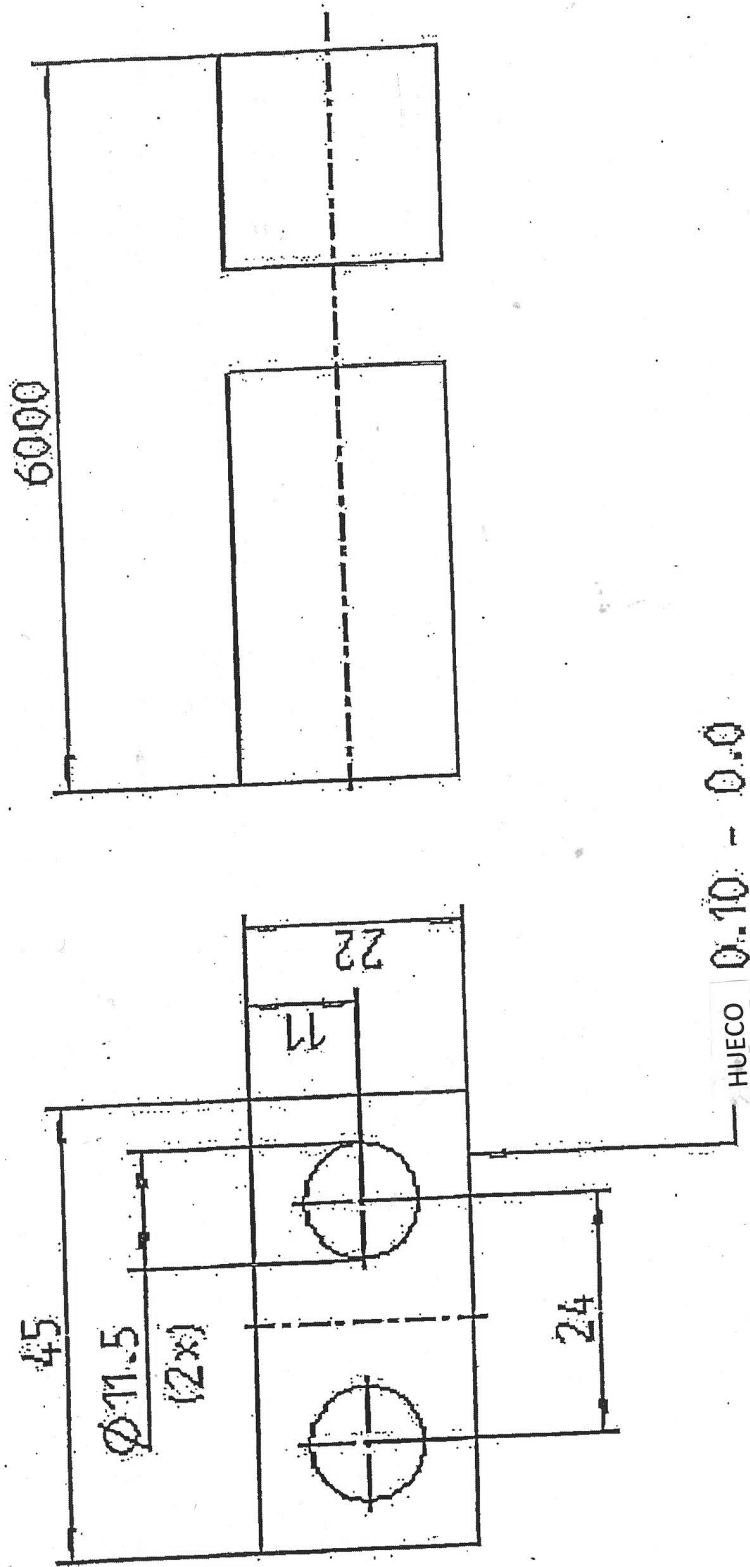


Fig. 10b

Figura 11





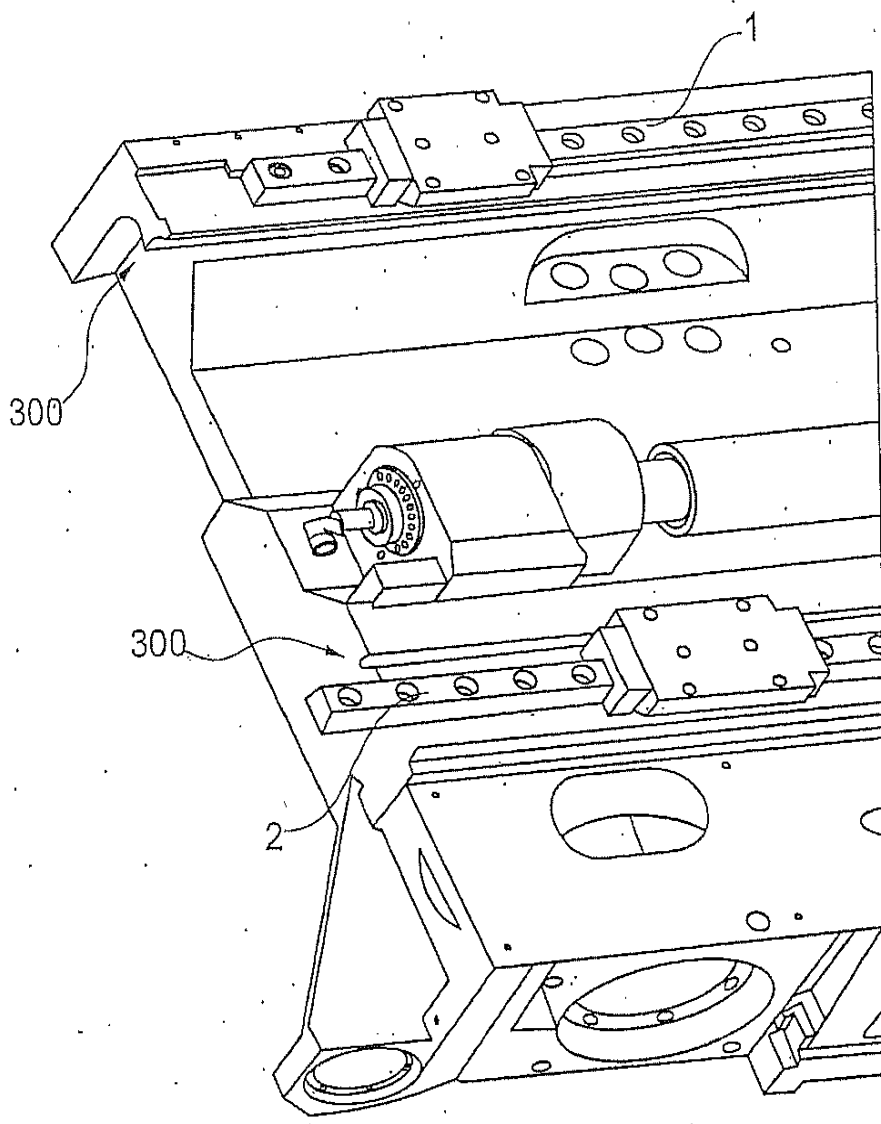


Fig. 12

Figura 13c

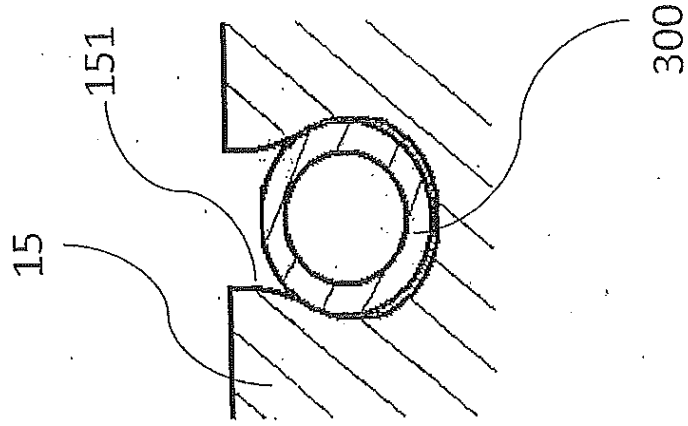


Figura 13b

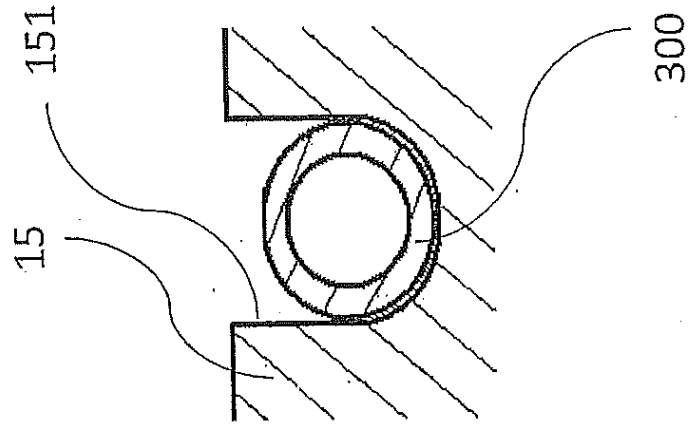
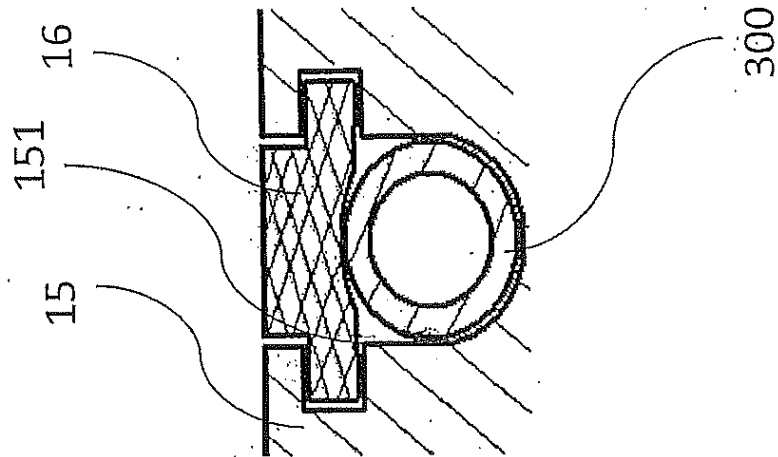


Figura 13a



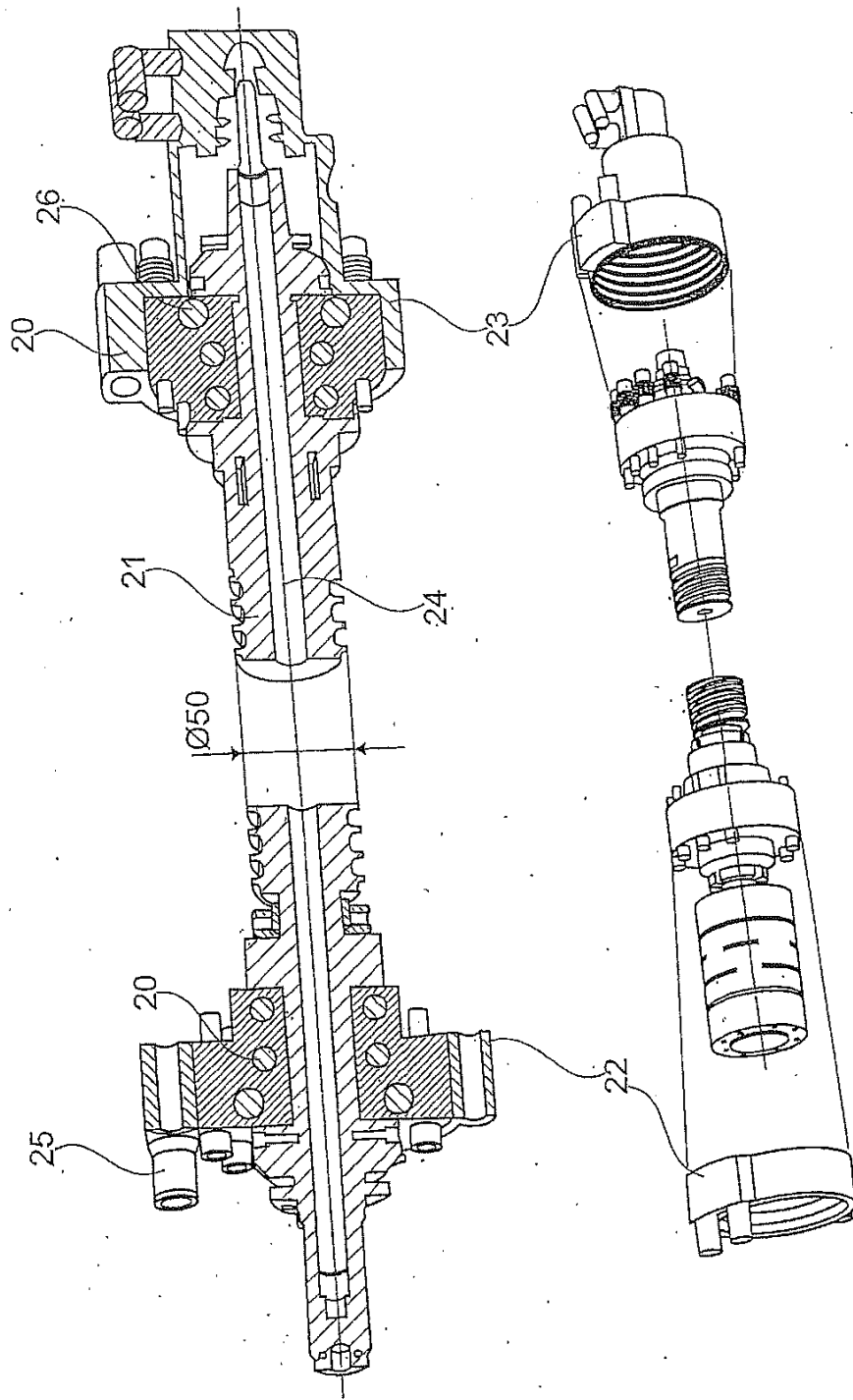


Fig. 14

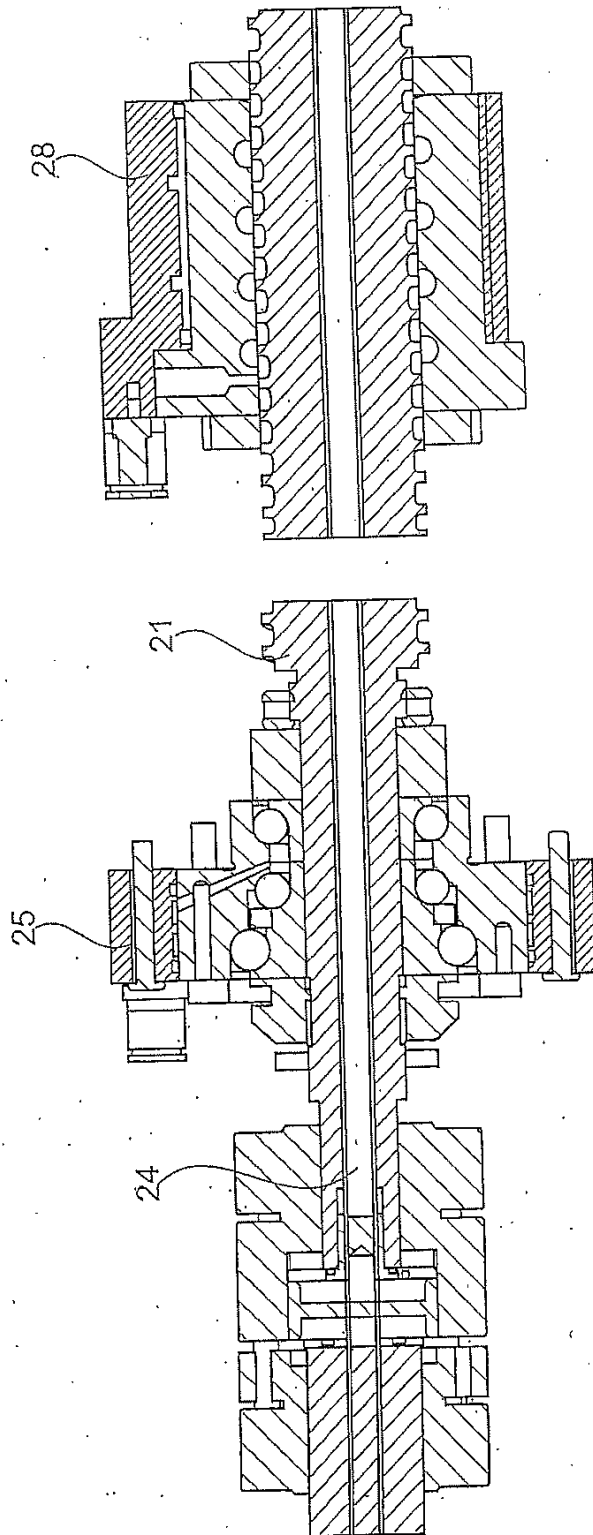


Fig. 15

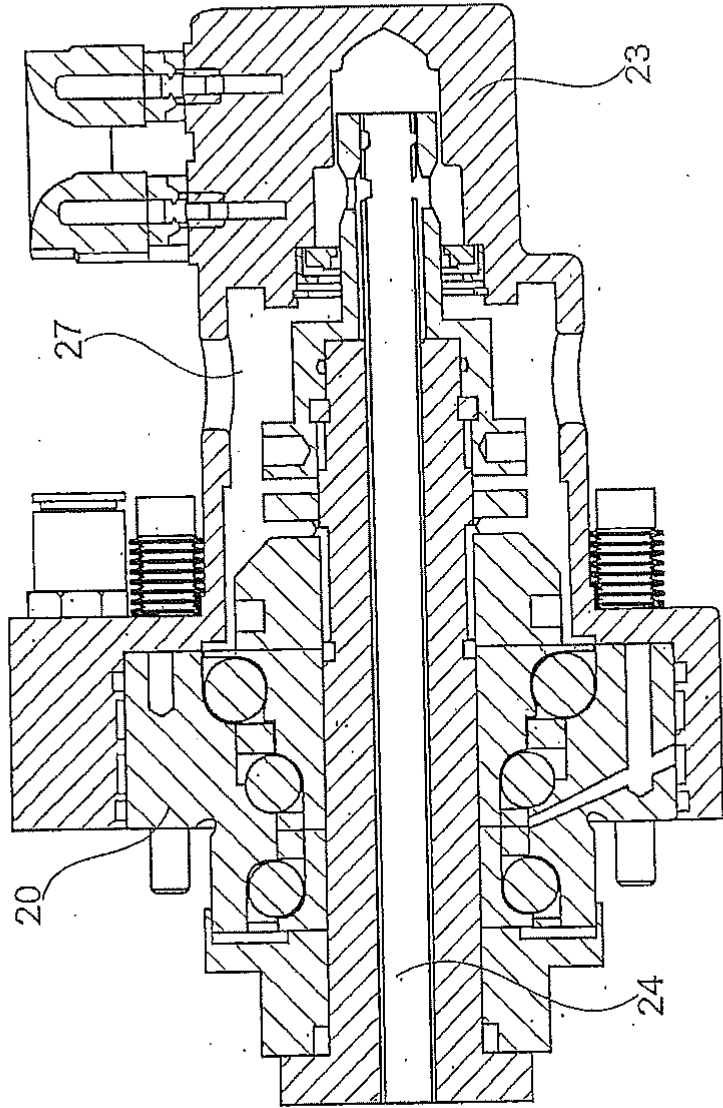


Fig. 16

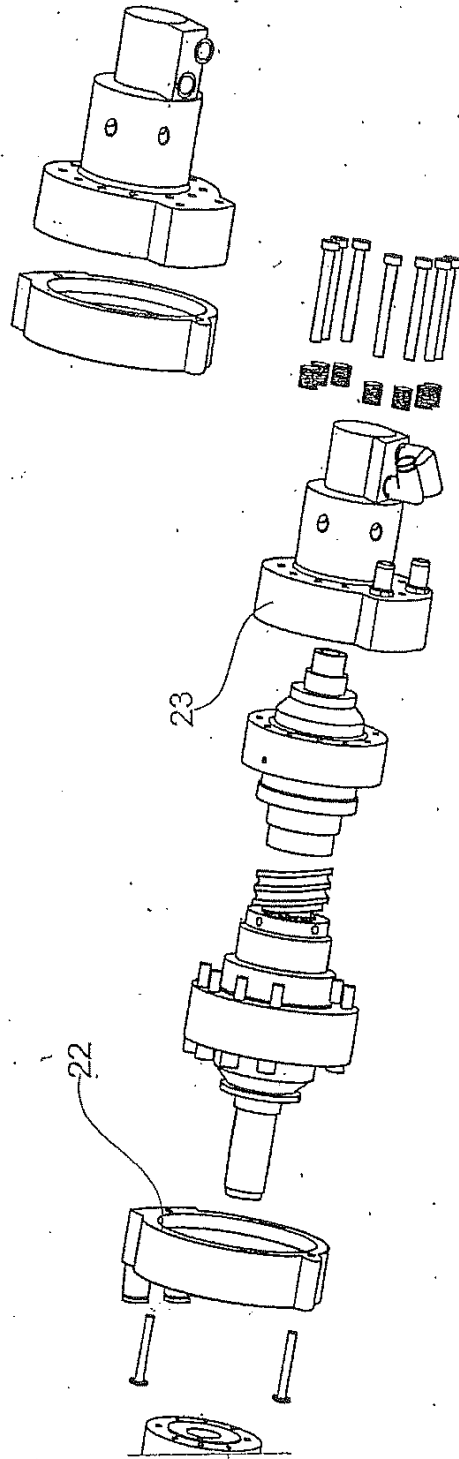


Fig. 17

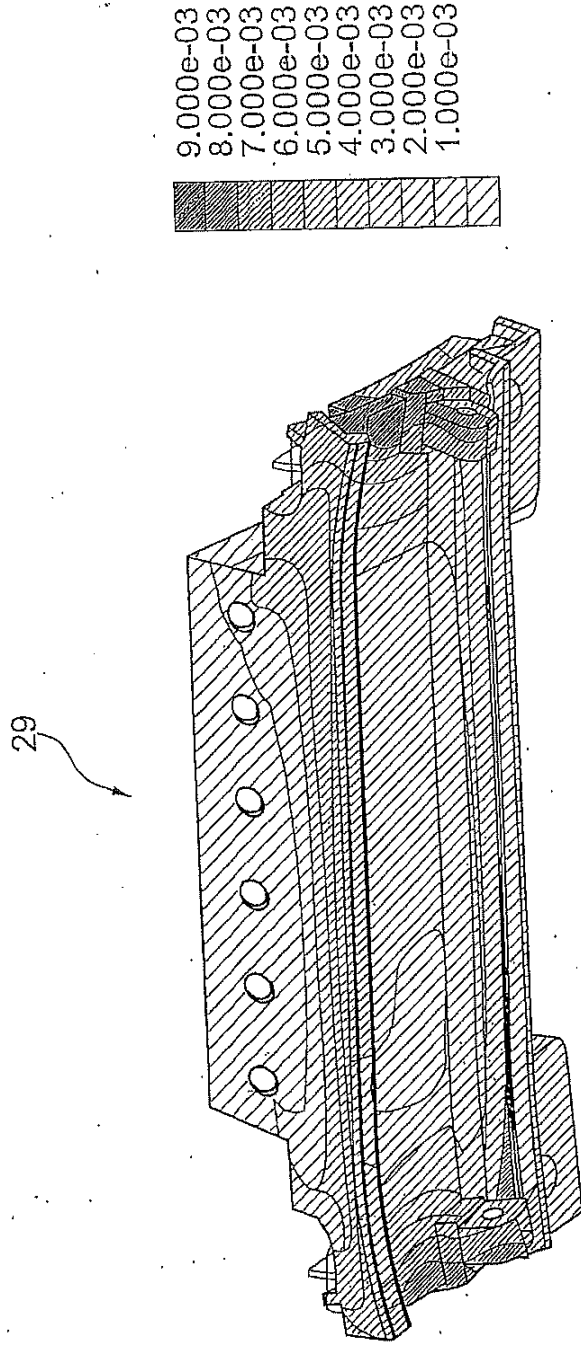


Fig. 18

Comparación de desplazamientos máximos en la travesía

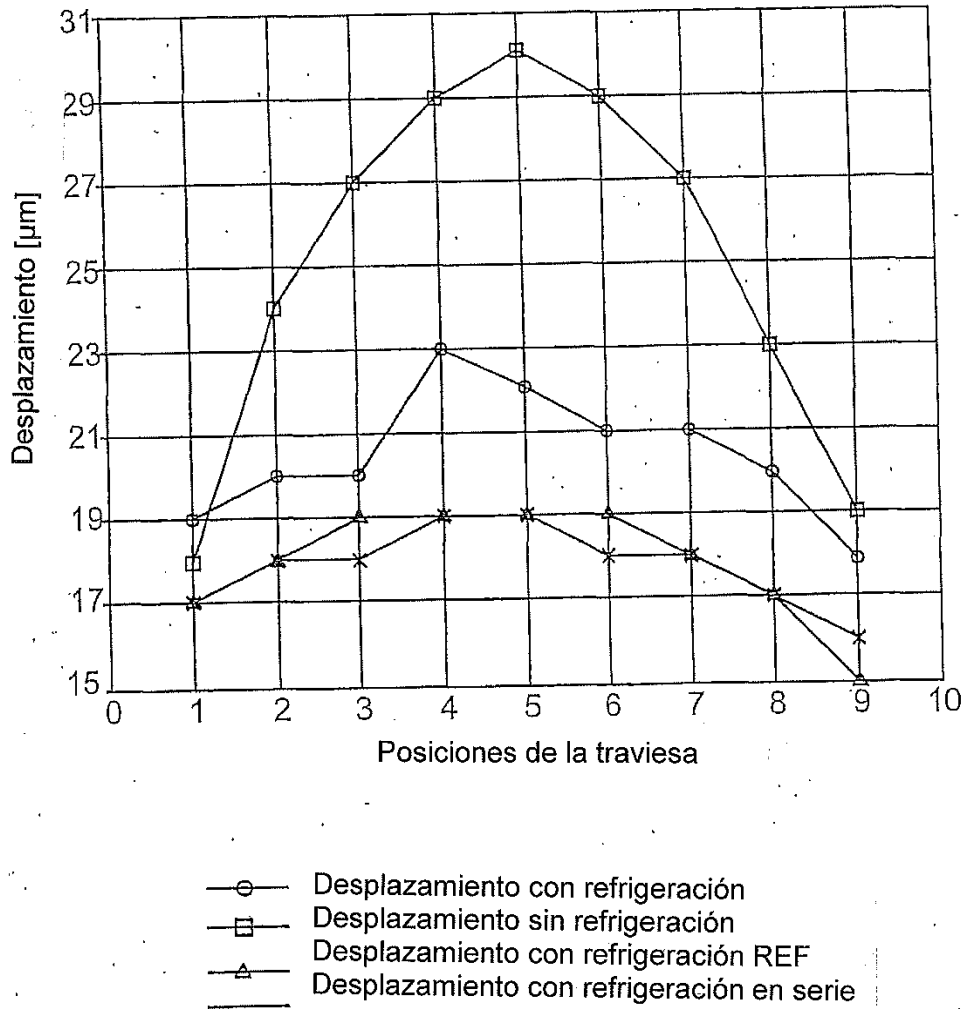


Fig. 19



Figure 20

