

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 714 685**

51 Int. Cl.:

B23Q 11/12 (2006.01)

B23Q 11/14 (2006.01)

B23Q 1/01 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.02.2015** **E 15155259 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018** **EP 2907619**

54 Título: **Maquina herramienta con componentes funcionales que generan calor durante el funcionamiento y procedimiento correspondiente**

30 Prioridad:

17.02.2014 DE 102014202878

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

29.05.2019

73 Titular/es:

**DECKEL MAHO SEEBACH GMBH (100.0%)
Neue Strasse 61
99846 Seebach, DE**

72 Inventor/es:

TÜLLMANN, UDO

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 714 685 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 componentes funcionales que generan calor durante el funcionamiento y procedimiento correspondiente

5 La presente invención se refiere a la atemperación de una máquina herramienta, con componentes funcionales que generan calor durante el funcionamiento, que están dispuestos en un bastidor de máquina.

10 Las máquinas herramientas presentan, en general, una trayectoria térmica en virtud de los coeficientes de dilatación térmica existentes de los diferentes grupos de construcción y componentes del bastidor, en el funcionamiento. La trayectoria térmica resulta a partir de la dilatación térmica lineal y a partir de las diferencias de temperatura, que se configuran en los componentes de máquinas herramientas. Las diferencias de temperatura en el bastidor de la máquina herramienta conducen a una dilatación irregular de los diferentes componentes del bastidor y, por lo tanto, a una inexactitud elevada en el procesamiento de la pieza de trabajo. Esta inexactitud de procesamiento elevada es atribuible, por ejemplo, a la curvatura irregular condicionada por la temperatura de los carriles de guía en la bancada de la máquina herramienta.

15 La dilatación condicionada por el calor de un carro 1 calentado de forma irregular de una máquina herramienta se muestra en la figura 1. La trayectoria térmica representada resulta en este caso, por una parte, de la dilatación térmica lineal y, por otra parte, de las diferencias de temperatura en los componentes. La causa de las diferencias de temperatura es la introducción irregular de calor en los componentes de la máquina herramienta. Los componentes están conectados en un lado, por ejemplo, en guías o con accionamientos, de manera que el lado conectado se calienta más fuerte y más rápido que el lado opuesto no conectado. De esta manera, resulta muy a menudo la situación de que un componente del bastidor de una máquina herramienta presenta un lado caliente o bien un lado que se calienta rápidamente, sobre el que están emplazados guías y accionamientos, y un lado frío o bien un lado que se calienta más lento y que se calienta menos fuertemente.

20 Un calentamiento irregular del carro 1 conduce a una modificación regular de la longitud, ΔL , o bien a una modificación regular de la altura, ΔH , como se representa en la figura 1. El carro 1 calentado de forma regular está guiado sobre la guía 3 en la bancada de la máquina 2, de manera que como consecuencia del calentamiento uniforme no se produce ninguna curvatura de los ejes de procesamiento. En la práctica, si embargo, no se consigue, en general, un calentamiento absolutamente uniforme del carro en el funcionamiento de la máquina herramienta.

25 En comparación con ello, en la figura 2 se representa un carro 1 calentado en un lado. El carro 1 presenta un lado superior y un lado inferior. El lado superior se calienta más fuertemente. Como se muestra en la figura 1, el carro 1 está guiado a lo largo de las guías 3, el movimiento a lo largo de las guías genera calor, de manera que la diferencia de la temperatura inferior, ΔT_{abajo} , es más alta que la diferencia de la temperatura en el lado superior, ΔT_{arriba} , del carro. Debido a la diferencia de temperatura más elevada en el lado inferior, resulta en el lado inferior una prolongación, L_{abajo} , mayor condicionada por la temperatura que en el lado superior, L_{arriba} , y de esta manera resulta una flexión del carro 1. De este modo, el calentamiento irregular del carro 1 conduce a una modificación bidimensional del eje longitudinal del carro. El carro 1 calentado de forma irregular junto con las guías y la bancada de la máquina 2 se representan de nuevo en la figura 3. La curvatura del carro 1 conduce a una inexactitud elevada del procesamiento de la máquina herramienta como consecuencia del eje de procesamiento curvado.

30 Para la reducción de las deformaciones que aparecen de la máquina herramienta calentada de manera irregular se conocen diferentes posibilidades.

35 Una posibilidad para compensar las deformaciones en una máquina herramienta calentada de forma irregular es la llamada compensación técnica por control. En este caso, se mide una temperatura y se calcula la modificación del valor de medición con un valor fijo, el llamado "factor de compensación". El valor calculado de esta manera se incluye como valor de corrección en la regulación axial de la máquina respectiva. Este método muy extendido y, en general, habitual de la compensación tiene, sin embargo, el inconveniente de que la compensación técnica de control es inadecuada para compensar una trayectoria de calor, cuyo valor depende de la posición axial de la máquina herramienta. Las flexiones de un componente calentado de forma irregular no se pueden compensar de esta manera. Se conoce a partir del documento WO 2012/032423 A1 una máquina con un mecanismo de compensación de este tipo. En este caso, se calcula la deformación de la máquina por medio de instalaciones de detección y a continuación se realiza a través del dispositivo de corrección una compensación de las desviaciones calculadas.

40 El documento WO 2013/012224 A2 se refiere a una estructura para la reducción de la deformación térmica de una máquina herramienta. A través de la previsión de tubos, que están llenos con aceite refrigerante, se configura un circuito de refrigeración por medio de una bomba.

El documento DE 601 33 C se refiere a una cepilladora de metal con una mesa y una bancada. Para evitar las

tensiones térmicas y las dilataciones térmicas de la bancada y de la mesa, se llenan total o parcialmente con un líquido una mesa configurada como depósito hueco y una bancada configurada como depósito hueco.

5 Otra posibilidad es la atemperación pasiva de una máquina herramienta. Esta posibilidad se emplea sobre todo en máquinas rectificadoras. Las máquinas rectificadoras respectivas están realizadas normalmente como máquinas de bancada plana. Todos los carros y porta-herramientas se disponen por encima de la bancada de la máquina. El refrigerante del proceso es alimentado no sólo al lugar de la tensión, sino que se utiliza también para rociar estructuras sobre la bancada de la máquina. De esta manera, se evita una diferencia de temperatura fuerte entre los componentes de la máquina y de este modo no se puede desarrollar una trayectoria de calor alta. Sin embargo, la efectividad de este método está limitada automáticamente cuando la máquina respectiva no es una máquina de lecho plano. Entonces se albergan componentes voluminosos de la máquina la mayoría de las veces detrás de cubiertas, que impiden una humidificación directa con el refrigerante del proceso. Esta limitación se aplica, por lo tanto, para la parte muy preponderante de las máquinas de torno y las máquinas fresadoras y también para las máquinas rectificadoras grandes. Además, en este tipo de atemperación pasiva de la máquina herramienta no es posible un procesamiento en seco, es decir, un procesamiento sin lubricante de proceso. Se conoce a partir del documento DE 41 32 822 A1 una refrigeración de este tipo. En este caso se pulveriza refrigerante por medio de una tobera de pulverización libremente pivotable sobre lugares predeterminados de la máquina herramienta para refrigerar estos lugares.

20 Otra posibilidad ofrece la atemperación activa de la máquina herramienta. En este caso, con la ayuda de una máquina refrigeradora se utiliza un medio, que se ha llevado a una temperatura fija o guiada de acuerdo con una variable de guía, para la atemperación local de algunos de los componentes de las máquinas herramientas. De este modo se refrigeran especialmente los centros de la producción de calor como por ejemplo los husillos o accionamientos. Se conoce a partir del documento DE 20 2012 003 528 U1 una instalación para la compensación de las deformaciones térmicas en un husillo de motor. En este caso, se refrigera activamente un medio de refrigeración a través de una unidad de refrigeración y se conduce a través de un sistema de canales de refrigeración alrededor de los grupos de construcción para refrigerarlos. El inconveniente de la atemperación activa se puede ver, sin embargo, en los costes implicados con ello. Por kilovatio de potencia de refrigeración hay que contar con unos costes de aproximadamente 1000 EUROS. Además, el equipo de refrigeración en la máquina herramienta forma una nueva fuente de errores, puesto que puede fallar a menudo en entorno de producción severo. Además, sobre la máquina y la pieza de trabajo actúan también factores ambientales. Así, por ejemplo, una gran parte de las operaciones de mecanización por arranque de virutas se realizan con un refrigerante de proceso. Éste puede ser o bien una emulsión o un aceite de corte. Si este medio tiene otra temperatura que el medio refrigerante, esto conducirá más bien a una configuración de diferencias de temperatura en el componente. La refrigeración activa del refrigerante de proceso adicionalmente a la atemperación activa de la máquina herramienta a un nivel común, representa una solución de alta tecnología, que está unida con una elevación fuerte de los costes y de la complejidad de la máquina. Las atemperaciones activa y pasiva mencionadas presentan, condicionadas por el principio, también el inconveniente de que no pueden impedir la configuración de diferencias de temperatura en estos componentes. Un cometido es configurar una máquina herramienta del tipo indicado al principio de manera que se eviten o bien se reduzcan los inconvenientes mencionados anteriormente. Otro cometido de la presente invención reside en reducir los desplazamientos térmicos en la máquina herramienta sin mucho gasto térmico.

45 Estos cometidos se solucionan por medio de las características de las reivindicaciones independientes de la patente. Las reivindicaciones dependientes se refieren a formas de realización ventajosas de la invención. La máquina herramienta de acuerdo con la invención presenta un bastidor de máquina, en el que están dispuestos componentes funcionales que generan calor en el funcionamiento. Dentro del bastidor de la máquina están configuradas unas estructuras de espacios huecos para la configuración de un circuito de circulación, en el que se hace circular un medio de refrigeración dentro del bastidor de la máquina. El bastidor de la máquina presenta primeras zonas, en las que están dispuestos los componentes funcionales que generan calor y segundas zonas, que están distantes de las primeras zonas. La entrada de calor generado a través de los componentes funcionales en las segundas zonas es menor que en las primeras zonas y las estructuras de espacios huecos presentan primeras secciones, que están dispuestas en las primeras zonas y segundas secciones, que están dispuestas en las segundas zonas. Las estructuras de espacios huecos que se encuentran en el bastidor de la máquina están dimensionadas de tal forma que durante la circulación del medio de refrigeración desde las primeras secciones a las segundas secciones se disipa el calor introducido desde los componentes funcionales en las segundas zonas y de esta manera se realiza una compensación de la temperatura entre las primeras y las segundas zonas. Por medio de la compensación térmica realizada a través de la circulación del medio de refrigeración desde las primeras secciones hacia las segundas secciones, se puede conseguir una atemperación de circulación pasiva económica de la máquina herramienta y se pueden reducir en gran medida los desplazamientos térmicos de la máquina herramienta (especialmente las flexiones). Se compensan o al menos se reducen en gran medida las diferencias de la temperatura entre el lado caliente y el lado frío del bastidor. Por consiguiente, se evita o se reduce en gran medida la flexión de los grupos de construcción respectivos, lo que se aplica también para el desplazamiento térmico, que resulta de ello. De esta manera, se eleva la exactitud de procesamiento de la máquina herramienta.

En contra del principio muy extendido de la disposición exclusiva de los canales de circulación directamente en los generadores de calor, como por ejemplo en la refrigeración de los husillos mencionada anteriormente, los canales de acuerdo con la invención están previstos tanto en las zonas generadoras de calor de la máquina herramienta como también en las zonas sin generadores de calor. A diferencia del estado de la técnica, no está prevista tampoco ninguna máquina de refrigeración, sino que a través de la circulación del medio de refrigeración dentro de las estructuras de espacios huecos tiene lugar una compensación de la temperatura dentro del bastidor de la máquina. Por lo tanto, en efecto, aumenta la temperatura general del bastidor de la máquina, pero se eliminan las diferencias de la temperatura dentro del bastidor de la máquina. De este modo, con la presente invención se rompe el principio predominante de que solamente se puede conseguir la exactitud de procesamiento de la máquina herramienta a través de una refrigeración de las zonas calientes de la máquina herramienta porque según la invención el calor de los componentes funcionales de utiliza para el calentamiento uniforme de todo el bastidor de la máquina y de esta manera éste no se disipa en un lado en una máquina de refrigeración.

El volumen y la geometría de los espacios huecos se pueden dimensionar seleccionando la superficie del espacio hueco de tal manera que resulta una transmisión de calor suficiente entre el material del componente y el medio. Como regla general básica puede servir seleccionar la superficie de transmisión de calor de tal manera que la cantidad de calor transmisible en el caso de una diferencia reducida de la temperatura entre el material y el medio corresponda al múltiplo de acoplamiento térmico en el componente. El técnico conoce claramente que, sobre la base de la selección del material del bastidor de la máquina, especialmente en función de los coeficientes térmicos (y del coeficiente de transmisión de calor) del material seleccionado, sobre la base de la potencia de la bomba seleccionada y de la velocidad de circulación máxima alcanzable implicada con ello del medio de refrigeración y de la entrada máxima de calor alcanzable de los componentes funcionales generadores de calor en el bastidor de la máquina se pueden dimensionar las secciones transversales de los taladros y las estructuras de espacios huecos, de tal manera que se pueda alcanzar el gradiente máximo de temperatura deseado en el bastidor de la máquina (de 5°C y con preferencia de 3°C y más preferido de 2°C). En este caso, hay que tener en cuenta claramente también las propiedades (como capacidad térmica y viscosidad) del refrigerante seleccionado. Además, se pueden calcular las dimensiones necesarias sin problemas a través de procedimientos de ensayo rutinarios.

La máquina herramienta puede estar configurada de tal forma que las primeras secciones y las segundas secciones de las estructuras de espacios huecos pueden formar un circuito cerrado, que puede estar dispuesto totalmente dentro del bastidor de la máquina.

La disposición completa de dicho circuito dentro del bastidor de la máquina conduce a una reducción adicional de las diferencias de temperatura en el bastidor de la máquina, puesto que todas las secciones del circuito cerrado son conducidas dentro del bastidor de la máquina y de esta manera se pueden reducir las influencias ambientales sobre el circuito. A través de esta configuración se evita, además, tener que prever conductos de conexión externos para el transporte del refrigerante. Puesto que todas las estructuras de espacios huecos están dispuestas dentro del bastidor de la máquina, se eleva adicionalmente la eficiencia de la atemperación de circulación pasiva de la máquina herramienta. La compensación de la temperatura tiene lugar, además, sólo a través del bastidor de la máquina, sin la utilización de una máquina de refrigeración. Puesto que no debe emplearse ninguna máquina de refrigeración, se pueden reducir los costes para la prevención de in exactitudes de procesamiento condicionadas técnicamente de la máquina herramienta.

Una configuración ventajosa de la máquina herramienta comprende estructuras de espacio hueco, que se forma al menos en parte por una estructura de nervaduras del bastidor de la máquina. Puesto que los bastidores de las máquinas presentan normalmente por norma una estructura de nervaduras, las estructuras de espacios huecos presentes de esta estructura de nervaduras se pueden utilizar para la con figuración de las estructuras de espacios huecos mencionadas anteriormente para la conducción del medio de refrigeración. De esta manera, las estructuras ya presentes del bastidor de la máquina pueden asumir varias funciones y de esta manera pueden configurar una atemperación de circulación pasiva económica de la máquina herramienta. De este modo, además, se puede reducir el número de los componentes necesarios y se pueden evitar taladros adicionales, lo que es de nuevo eficiente y económico.

La máquina herramienta puede alojar un medio de refrigeración, que puede ser atemperado exclusivamente a través del bastidor de la máquina. Puesto que el medio de refrigeración se puede atemperar exclusivamente debido al transporte de calor desde las primeras secciones hacia las segundas secciones, es posible configurar una atemperación de circulación pasiva económica de una máquina herramienta. De acuerdo con ello, la presente atemperación no necesita aparatos de refrigeración activos, que refrigeren de manera costosa y cara el medio de refrigeración. Además, de esta manera es posible reducir las diferencias de temperatura en el bastidor de la máquina, puesto que las zonas de la máquina no utilizadas en otro caso se pueden utilizar también para la atemperación.

La máquina herramienta puede estar configurada como máquina de pórtico. En este caso, el bastidor de la máquina puede estar constituido por una bancada de máquina y por un montante. Los componentes funcionales generadores

de calor pueden estar constituidos por un accionamiento y por guías y las primeras y segundas secciones pueden estar dispuestas tanto en el montante como también en la bancada de la máquina.

5 A través de la disposición de las primeras y segundas secciones en el montante como también en la bancada de la máquina es posible una reducción efectiva de las diferencias de la temperatura. Las deformaciones en la máquina herramienta calentada de forma irregular se pueden reducir adicionalmente a través de la atemperación del montante y al mismo tiempo también de la bancada de la máquina. Además, se puede disipar también el calor de las guías.

10 Las primeras secciones de las estructuras de espacio hueco pueden estar conectadas a través de taladros pasantes con las segundas secciones de las estructuras de espacio huecos y los orificios de los taladros pasantes pueden estar cerrados en las superficies exteriores del bastidor de la máquina con tapas. Con preferencia, estas tapas están realizadas de forma desprendible, de manera que para fines de mantenimiento se posibilita un acceso especialmente sencillo a los canales de refrigeración a través de desmontaje de las tapas desprendibles. En un ejemplo de realización especialmente ventajoso, las tapas están configuradas parcial o totalmente transparentes, a través de la utilización, por ejemplo, de cristal o de plásticos transparentes, de manera que se puede realizar la verificación regular de los canales de refrigeración sobre calcificación o contaminación sin desmontaje de las tapas.

20 A través de la previsión de taladros pasantes para la conexión de las estructuras de espacios huecos es posible configurar un circuito de refrigerante económico y sencillo, puesto que los taladros pasantes pueden conectar entre sí al mismo tiempo varias estructuras de espacios huecos y de esta manera se puede reducir el número de los taladros. Los extremos abiertos de los taladros pasantes se pueden cerrar de manera sencilla con tapas, para que no salga refrigerante. Estas tapas pueden estar configuradas también desmontables, de manera que se posibilita un mantenimiento sencillo de las estructuras de espacios huecos.

25 La máquina herramienta puede presentar una bancada de máquina y un montante con estructuras de espacios huecos, y estas estructuras de espacios huecos pueden estar conectadas entre sí de tal manera que el medio de refrigeración puede fluir para la compensación de diferencias de la temperatura a través de los espacios huecos del montaje y de la bancada de la máquina. A través de esta configuración es posible una reducción adicional de las diferencias de temperatura, puesto que el medio de refrigeración puede fluir desde las estructuras de espacios huecos del montante hasta las estructuras de espacios huecos de la bancada de la máquina y de esta manera puede configurar un circuito común.

30 De esta manera es posible hacer circular todo el medio de refrigeración con una sola bomba. En un ejemplo de realización especial, la bancada de la máquina y/o el montante pueden estar constituidos de fundición de mineral, de manera que se pueden conseguir una amortiguación especialmente alta y una estabilidad alta de la temperatura. En el caso de utilización de fundición de mineral, se pueden amortiguar las oscilaciones que aparecen en el funcionamiento de la máquina herramienta de 6 a 10 veces más rápidamente que en el caso de la fundición gris.

40 El bastidor de la máquina herramienta puede estar constituido de fundición gris. La fundición gris puede presentar, además, una conductividad térmica alta de por ejemplo 30 a 60 W/(m.K). A través de la utilización de fundición gris con alta conductividad térmica se eleva adicionalmente la eficiencia de la atemperación de circulación pasiva de la máquina herramienta. La utilización de piezas fundidas especialmente alta, además, una integración sencilla de las estructuras de espacios huecos en los núcleos de fundición que deben preverse de todos modos. Las aberturas de los núcleos de fundición pueden estar previstas, además, como conexión entre las diferentes estructuras de espacios huecos. De esta manera se consigue un efecto sinérgico adicional y las aberturas que deben preverse de todos modos de las marcas de los núcleos (alojamiento del núcleo) en la fabricación de piezas fundidas se utilizan como Canals de conexión de las estructuras de espacios huecos. Esto conduce a una reducción adicional de costes y a un aumento de la eficiencia de la atemperación de circulación pasiva de la máquina herramienta.

50 La máquina herramienta puede presentar las estructuras de espacios huecos, que están configuradas, al menos en parte, como canales de refrigeración con secciones transversales redondas circulares y/o elípticas. La utilización de secciones transversales redondas circulares y elípticas (por ejemplo, en lugar de secciones transversales cuadradas) facilita el movimiento o bien el flujo del medio de refrigeración dentro de los canales de refrigeración. Además, de esta manera se reduce el número de los cantos en los canales de refrigeración, con lo que se puede reducir también el número de los lugares en el circuito de refrigeración, en los que se pueden formar deposiciones. La utilización de secciones transversales redondas circulares y elípticas puede elevar, además, la resistencia estructural, especialmente la resistencia a la torsión, del bastidor de la máquina.

60 La máquina herramienta puede presentar estructuras de espacios huecos, que están recubiertas. A través del recubrimiento de las estructuras de espacios huecos se puede reducir la corrosión y la formación de algas. Con preferencia, el recubrimiento interior de las estructuras de espacios huecos se puede basar un recubrimiento químico de níquel. Además, el recubrimiento se puede aplicar también a través de inyección térmica, por ejemplo, con la ayuda de inyección de plasma atmosférico o inyección por arco voltaico para facilitar una capa sin

interferencias. A través de la baja porosidad de las capas durante la inyección térmica se pueden conseguir rugosidades superficiales ventajosas y espesores reducidos de las capas. Una capa de protección de las estructuras de espacios huecos recubiertas está en el intervalo de 0,05 a 1 μm , con preferencia entre 0,1 y 0,2 μm , y tiene un valor de rugosidad Ra de 0,01 – 5 μm y con preferencia de 0,03 – 0,09 μm . También pueden estar presentes varias capas superpuestas. A través de la superficie lisa se facilita en gran medida el flujo de refrigerante en las estructuras de espacios huecos.

La máquina herramienta se puede accionar con un refrigerante de proceso adicionalmente al medio de refrigeración mencionado. La temperatura del refrigerante de proceso para la refrigeración directa del proceso de trabajo se puede adaptar a la temperatura del medio de refrigeración a través del intercambiador de calor. A través de la adaptación de las temperaturas se posibilita una reducción adicional de las diferencias de las temperaturas.

La máquina herramienta puede presentar, además, un intercambiador de calor, que está realizado como intercambiador de calor de placas. Un intercambiador de calor de placas posibilita un montaje plano y economizador de espacio en la máquina herramienta.

Puede estar prevista una bomba para la regulación de la corriente volumétrica del medio de refrigeración dentro de las estructuras de espacios huecos, y la potencia de la bomba y la sección transversal de las estructuras de espacios huecos pueden estar diseñadas de tal manera que la diferencia de temperatura máxima del medio de refrigeración dentro del bastidor de la máquina entre las primeras secciones y las segundas secciones en el funcionamiento se puede limitar por debajo de 5°C, con preferencia por debajo de 2°C.

Las superficies interiores de los espacios huecos pueden estar dimensionadas de tal forma que la diferencia de temperatura máxima del medio de refrigeración que circula lentamente (por ejemplo, velocidad de circulación inferior a 40 l/min.) está en las primeras y en las segundas secciones por debajo de 2°C. De acuerdo con ello, en función del calor máximo de los componentes funcionales que generan calor, las superficies interiores de los espacios huecos se pueden configurar de tal forma que se puede garantizar una distribución uniforme de la temperatura en el funcionamiento de la máquina herramienta.

En una forma de realización especial, la relación entre el volumen de las estructuras de espacios huecos (el llamado volumen hueco) para la recepción del medio de refrigeración y el volumen del componente respectivo del bastidor (volumen espacial) en el que se encuentran las estructuras de espacios huecos respectivas, está con preferencia en el intervalo de 2:1 a 1:3 (volumen del componente del bastidor con respecto al volumen de las estructuras de espacios huecos del componente de bastidor respectivo). De esta manera, el volumen de las estructuras de espacios huecos respectivas es al menos el doble que el volumen del componente del bastidor. Puesto que las estructuras de espacios huecos presentan al menos el doble del volumen del bastidor de la máquina es posible elevar el transporte de calor interno sin tener que elevar en este caso la velocidad de circulación del medio de refrigeración. De esta manera, se reduce adicionalmente la diferencia de temperatura en el componente sin tener que elevar en este caso la potencia de la bomba.

La máquina herramienta puede comprender como componente funcional que genera calor adicionalmente a las guías y accionamientos, una transmisión. En el caso de inclusión de la transmisión en los componentes funcionales que generan calor y la disipación de calor implicada con ello, en máquinas con transmisión se puede disipar también el calor de la transmisión y de esta manera se puede conseguir una reducción adicional de las diferencias de la temperatura en el bastidor de la máquina.

Las estructuras de espacios huecos de la bancada de la máquina se pueden disponer paralelas debajo de las guías y el montante puede presentar solamente dos zonas. La disposición de las estructuras de espacios huecos directa y paralelamente debajo de la bancada de la máquina y al mismo tiempo la previsión exclusiva de dos zonas en el montante conduce a una disipación de calor efectiva desde la bancada de la máquina hasta el montante frío.

Un procedimiento para la atemperación del bastidor de una máquina herramienta con componentes funcionales que generan calor en el funcionamiento, que están dispuestos en el bastidor de la máquina, que presenta estructuras de espacios huecos, que configuran un circuito de circulación, en el que se hace circular un medio de refrigeración. El procedimiento comprende las etapas de hacer circular el medio de refrigeración en el circuito de circulación desde las primeras secciones hacia las segundas secciones y a la inversa, y absorber el calor a través del medio de refrigeración en las primeras secciones y ceder el calor a las segundas secciones, en el que el medio de refrigeración puede distribuir el calor exclusivamente en el bastidor de la máquina. De esta manera es posible conseguir una atemperación eficiente del bastidor de la máquina herramienta, sin utilizar una máquina de refrigeración. En este caso, el procedimiento puede presentar las etapas de la circulación del medio de refrigeración para la compensación de diferencias de la temperatura de las estructuras de espacios huecos del montante a las de la bancada de la máquina y a la inversa. De esta manera, es posible conseguir una atemperación eficiente del bastidor de la máquina herramienta. El procedimiento puede presentar las etapas de que el medio de refrigeración se bombeado a las segundas secciones de las segundas zonas de las estructuras de espacios huecos de un

- montante del pórtico de la máquina herramienta y a la inversa, y de que en otra etapa se bombea el medio de refrigeración a las primeras secciones de las estructuras de espacios huecos de una viga transversal del pórtico de la máquina y a continuación de retorno a las segundas secciones de las estructuras de espacios huecos del montante del pórtico de la máquina. De esta manera, es posible conseguir una atemperación efectiva del bastidor de la máquina herramienta, puesto que se pueden reducir adicionalmente las diferencias de temperatura. A través de la adaptación de la temperatura de un refrigerante de proceso, que puede refrigerar directamente la zona procesada de la pieza de trabajo durante el proceso de trabajo, a la temperatura del medio de refrigeración, a través de un intercambiador de calor es posible conseguir una atemperación todavía más eficiente del bastidor de la máquina herramienta, puesto que se pueden reducir todavía más las diferencias de la temperatura.
- El procedimiento puede presentar las etapas de la circulación del medio de refrigeración desde las estructuras de espacios huecos de un montante hasta las estructuras de espacios huecos de la bancada de la máquina y a la inversa, y/o la circulación del medio de refrigeración desde las estructuras de espacios huecos del montante hasta las estructuras de espacios huecos de una viga transversal y a la inversa. De esta manera, es posible conseguir una atemperación eficiente del bastidor de la máquina herramienta, puesto que se pueden reducir todavía más las diferencias de la temperatura.
- La máquina herramienta puede comprender, además, sensores de temperatura. Los sensores de temperatura pueden estar dispuestos en las primeras y segundas zonas del bastidor de la máquina, de manera que se puede supervisar la diferencia de temperatura entre las zonas y es posible una regulación de la corriente volumétrica del refrigerante en función de la temperatura medida. La corriente volumétrica se puede regular a través de la bomba, de manera que en función del calor introducido de los componentes funcionales se puede alcanzar el gradiente máximo de la temperatura en el bastidor de la máquina (de 5°C y con preferencia de 3°C y más preferido de 2°C), de manera que el gradiente de temperatura se calcula sobre la base de las temperaturas medidas en las primeras y en las segundas zonas, de modo que se puede reducir con mucha precisión la deformación del bastidor de la máquina. De manera alternativa o adicional, es posible medir a través de bandas extensométricas la deformación del bastidor, y sobre la base de la deformación medida (en particular de la deformación irregular) es posible regular la corriente volumétrica y de esta manera reducir la deformación irregular a la medida deseada.
- Las configuraciones ventajosas y otros detalles de la presente invención se describen a continuación con la ayuda de diferentes ejemplos de realización con referencia a las figuras esquemáticas. En las figuras esquemáticas se explica en detalle la atemperación de circulación pasiva de la máquina herramienta.
- La figura 1 muestra un carro calentado de manera uniforme de la máquina herramienta.
- La figura 2 muestra un carro calentado de manera irregular de la máquina herramienta.
- La figura 3 muestra un carro calentado de manera irregular sobre las guías de la bancada de la máquina.
- La figura 4 muestra el movimiento del carro calentado de forma irregular a lo largo de las guías.
- La figura 5 muestra una máquina herramienta con grupos de construcción calentados de manera irregular de la máquina herramienta.
- La figura 6 muestra el desplazamiento de los puntos de medición con respecto a la vía axial en función del tiempo.
- La figura 7a muestra una máquina de pórtico con varios carros.
- La figura 7b muestra un fragmento ampliado del bastidor de la máquina de pórtico.
- La figura 8a muestra la posición de la sección A-A a través del montante de la máquina de pórtico.
- La figura 8b muestra la sección A-A.
- La figura 9a muestra la posición de la sección B-B en la máquina de pórtico.
- La figura 9b muestra la sección B-B.
- La figura 10 muestra la curva del medio de refrigeración a través de toda la máquina.
- Para la ilustración de las repercusiones de los componentes calentados de forma irregular de la máquina herramienta se representa en la figura 4 el movimiento esquemático del carro 1 calentado de forma irregular a lo largo de las guías 3. El carro 1 calentado de forma irregular no realiza ya un movimiento lineal, sino que recorre un arco. La posición de trazos del carro 1 en la figura 4 representa la segunda posición de desviación máxima del carro

1, mientras que la ilustración del carro 1 representada por medio de líneas continuas representa el carro de la herramienta deformado de manera irregular en otra posición máxima. El carro 1 no calentado se representa en la figura 4 para comparación en su posición de partida. En particular con la ayuda de los cantos exteriores del carro mencionado en las diferentes posiciones máximas se puede reconocer bien la repercusión del calentamiento irregular del carro 1 sobre la exactitud del movimiento alcanzable del carro. Por lo tanto, existe una fuerte dependencia de la exactitud del movimiento del carro 1 de la diferencia de la temperatura existente.

En la figura 5 se representa un ejemplo de las deformaciones de una máquina herramienta calentada de forma irregular. En este caso, no sólo se representan las deformaciones de uno sino de dos componentes calentados de forma irregular de la máquina herramienta en la figura 5, a saber, del cajón del husillo 7 y del carro longitudinal 8. La presente invención no está limitada, sin embargo, a la máquina representada en la figura 5, sino que se puede aplicar a máquinas herramientas discretionales como por ejemplos tornos, máquinas de embutición, prensas mecánicas, máquinas de fabricación y máquinas herramientas con varios husillos o configuraciones de varios carros. En este caso, es posible tanto una mecanización en seco como también una mecanización húmeda.

La máquina representada en la figura 5 comprende un montante 5, que lleva el carro longitudinal y está dispuesto sobre la para de la máquina 9. La mesa de la máquina 10, sobre la que se puede emplazar una pieza de trabajo, está conectada a través de una guía inclinada con la pata de la máquina 9. El cajón del husillo 7 con el husillo 6 está guiado en la guía vertical del carro longitudinal 8. En la figura 5 se representa, por una parte, la posición básica de la máquina herramienta en el estado frío. En la posición básica, ni el cajón del husillo 7 ni el carro longitudinal 8 están deformados. Éstos se encuentran en la posición básica en ángulo recto entre sí. En el caso de un calentamiento irregular del cajón del husillo 7 con el husillo 6 y con el carro longitudinal 8, se provoca una deformación irregular de estos componentes. Las deformaciones de los componentes se suman. Esto conduce a una deformación del tipo de arco, como se representa en la figura 5. Las deformaciones de los grupos de construcción mencionados de la máquina herramienta se representan en la figura 5, pero exageradas para ilustración.

Las repercusiones del calentamiento irregular de los grupos de construcción de las máquinas se manifiestan sobre todo en las posiciones extremas de la máquina herramienta. Con esta finalidad, en la figura 5 se representa, por una parte, la primera y, por otra parte, una segunda posición máxima. En la primera posición máxima de la máquina herramienta, el carro longitudinal 8 está extendido al máximo en la dirección de la mesa de la máquina 10 y el cajón del husillo 7 está bajado a lo largo de la guía vertical al máximo en la dirección de la mesa de la máquina 10. Las deformaciones irregulares del carro longitudinal 8 y del cajón del husillo 7 se suman. La segunda posición máxima corresponde a la posición máxima superior. Esta posición se caracteriza porque el carro longitudinal 8 está insertado al máximo, en la dirección del montante 5, y el cajón del husillo 7 está a lo largo de la guía vertical en su posición más alta. En esta posición máxima superior se suman las deformaciones del carro longitudinal 8 y del cajón del husillo 7, pero sólo hasta una parte muy pequeña.

Especialmente en máquinas con voladizos grandes, es decir, con vías de desplazamiento amplias, resultan a través de los efectos descritos anteriormente grandes trayectorias de calor, que representan una gran parte de las irregularidades, que permanecen en la pieza de trabajo.

La figura 6 muestra las porciones, calculadas a través de mediciones, de las desviaciones en la punta de la herramienta. En este caso, las desviaciones sobre el recorrido de trabajo de la máquina están normalizadas. En concreto, el desplazamiento medido está sólo entre -0,5 y 0,3 %, pero con un recorrido de trabajo de 500 mm, es aproximadamente de -100 a 150 mm.

Los efectos mencionados se incrementan, naturalmente, con la dinámica de la máquina herramienta, puesto que la fricción en los elementos de accionamiento y en los elementos de guía incrementa el calentamiento resultante con la aceleración y sobre todo con la velocidad máxima. Puesto que desde hace mucho tiempo se trata de reducir los tiempos principales y los tiempos secundarios y, por lo tanto, los costes por pieza de la mecanización por arranque de virutas, incrementando la dinámica de los ejes de las máquinas, se incrementan automáticamente los efectos descritos con cada generación de máquinas. En este caso se aplica, en general, que a medida que se incrementan los voladizos, aumentan los desplazamientos. De esta manera, la configuración de diferencias de la temperatura en una máquina de mecanización representa la mayor parte del desplazamiento térmico. En este caso, la altura del nivel de la temperatura juega sólo un papel secundario. La condición previa para la máxima exactitud de procesamiento no está sólo en una máquina, cuyos componentes presentan una temperatura determinada ajustada con exactitud, sino simplemente sólo en una máquina, cuyos componentes y piezas de trabajo presentan un mismo nivel de temperatura.

La figura 7a y la figura 7b representan una primera forma de realización de la presente invención. En los componentes del bastidor de la máquina herramienta se crean en este caso espacios huecos. En el caso de componentes fundidos, esto se consigue por medio de la configuración correspondiente de las nervaduras. Los espacios huecos se disponen de tal manera que, por una parte, están dispuestos en el lado del componente del bastidor, sobre el que se encuentran los elementos de guía y los elementos de accionamiento y, por otra parte,

sobre el lado opuesto respectivo del componente de bastidor, sobre el que no se acopla calor. Dado el caso, los espacios huecos se pueden configurar de tal forma que un espacio hueco posee una conexión tanto con el lado de accionamiento como también con el lado opuesto. Todos los espacios huecos se llenan con un líquido, que poseen una alta capacidad térmica y una buena conductividad. Este fluido se hace circular a una velocidad reducida y a través de la circulación del fluido se compensan las diferencias de temperatura en el componente del bastidor. De esta manera, se suprime la flexión mencionada anteriormente que se produce como consecuencia de las diferencias de temperaturas en los componentes del bastidor. Si se estampan varios componentes del bastidor de manera correspondiente, se pueden conectar los espacios huecos entre sí y se puede hacer circular el fluido a través de todos los espacios huecos con una sola bomba. Esto representa una solución sencilla para la compensación de diferencias de temperatura en el bastidor de la máquina herramienta y evita, además, la aparición de la gran parte de los desplazamientos térmicos que se producen en las máquinas herramientas. Con preferencia, en este caso el bastidor de la máquina herramienta está constituido de fundición gris, pudiendo entenderse en este caso por el bastidor de la máquina la suma de todas las piezas de soporte de la máquina. Los espacios huecos presentan, además, una sección transversal grande para alojar una gran cantidad de fluido de refrigeración, que circula entonces sólo lentamente. La cantidad de circulación está con preferencia, por ejemplo, en el intervalo de 5 a 50 litros/minuto (con preferencia 10 a 40 litros/minuto), para absorber la conducción de calor resultante de la máquina herramienta y de esta manera garantizar una atemperación especialmente uniforme del bastidor de la máquina y mantener en este caso al mismo tiempo la potencia de la bomba lo más reducida posible. Una máquina de 3 ejes con 30 kW de potencia de conexión debe ceder aproximadamente una potencia térmica entre 2 y 6 kW a la refrigeración de circulación, para que el refrigerante no se caliente demasiado en el lado "caliente" de la máquina. Por cada kW de potencia de accionamiento instalada se acoplan, por lo tanto, aproximadamente de 50 a 150 W de potencia calefactora en la estructura de la máquina. Esto se puede conseguir en este caso solamente a través de la compensación térmica interna en el bastidor de la máquina herramienta.

La máquina herramienta representada en la figura 7a comprende unas guías 3, un montante 5 así como varios carros. Por una parte, se representa un carro para el movimiento a lo largo del eje vertical, carros-Z 12 y, por otra parte, se representa un carro para el movimiento a lo largo del eje horizontal, carro-X 11. El husillo 6 está dispuesto en el cajón del husillo 7, que es guiado sobre el carro-Z 12 y las guías 3 en el montante 5. El carro-X 11 se conduce sobre guías 3 a lo largo de la bancada de la máquina 15. Las estructuras de espacios huecos están dispuestas con preferencia directamente en el bastidor en los lados de conexión con los elementos de guía y los elementos de accionamiento de la máquina herramienta, para absorber allí directamente el calor resultante.

El principio en el que se basa la invención consiste en impedir la configuración de diferencias de la temperatura en los componentes del bastidor de máquinas herramientas para llevarlos en este caso sin mucho gasto técnico a una temperatura determinada. Los espacios huecos 13a, 13b previstos para ello en los componentes del bastidor se representan, por ejemplo, en la figura 7b. Una parte de los espacios huecos se colocan en la proximidad de las fuentes de calor, es decir, en el lado caliente de los componentes funcionales generadores de calor, como por ejemplo las guías o accionamientos (espacios huecos con primeras secciones 13a), de manera que entre el medio que llena los espacios huecos, que posee una buena conducción de calor y una alta capacidad térmica, y las fuentes de calor, puede resultar un flujo de calor, a través del cual el medio absorbe calor de pérdida desde las fuentes de calor y se esta manera se calienta él mismo. La otra parte de los espacios huecos (espacios huecos con segundas secciones 13b; lado frío) se dispone sobre el lado frío, alejado de las fuentes de calor, del componente de bastidor y se llena de la misma manera con un medio buen conductor de calor y con alta capacidad térmica. Además, es posible que algunos espacios huecos no reciben ningún medio de refrigeración 23, los llamados espacios huecos libres 13c. En otra forma de realización, también es posible que las primeras y segundas secciones 13a, 13b de los espacios huecos estén presentes también en común en un espacio hueco. Con la presente invención se compensa el calor de diferentes zonas del bastidor de la máquina herramienta y de esta manera se ajusta la temperatura del bastidor de la máquina de manera independiente de una máquina de refrigeración. De esta manera, el medio de refrigeración no se atempera activamente, sino sólo pasivamente a través de la circulación a través de los espacios huecos del bastidor de la máquina, sin abandonarlos. El medio de refrigeración, por lo tanto, el calor totalmente dentro del bastidor de la máquina. En este caso, es especialmente ventajosa una disposición simétrica de los espacios huecos sobre el lado caliente y el lado frío del bastidor de la máquina. Cuanto más distanciados están los espacios huecos "caliente" y "frío" entre sí, tanto mejor es la acción de compensación de la temperatura alcanzada en el bastidor. De esta manera, en el presente caso no se necesitan circuitos caros de compresor o de evaporador, de manera que el medio de refrigeración es atemperado exclusivamente desde el bastidor de la máquina, o bien el medio de refrigeración cede y/o absorbe exclusivamente calor a través del bastidor de la máquina.

Entre estos espacios huecos con las primeras y segundas secciones 13a, 13b se hace circular el medio de una manera constante, pero lenta, de manera que el calor absorbido a través del medio sobre el lado caliente se consume sobre el lado frío y se calientan allí las partes circundantes del componente del bastidor. De esta manera se compensan o se reducen al menos en gran medida las diferencias de temperaturas entre el lado caliente y el lado frío. De este modo, se evita o se reduce en gran medida igualmente la flexión del bastidor de la máquina, lo que se aplica también para el desplazamiento térmico, que resulta de esta manera.

En este caso, se aprovecha el efecto de que las piezas fundidas o las piezas soldadas, que se emplean con frecuencia para el bastidor de la máquina para formar los componentes del bastidor de la máquina herramienta, se configuran de todos modos como cuerpo huecos con nervaduras. La nervadura 22 existente (estructura de nervaduras) se adapta para que los espacios huecos deseados sean utilizados para la recepción del medio de refrigeración 23. Los eventuales taladros del núcleo necesarios son cerrados tapas. Estas tapas se pueden configurar también desmontables, de manera que para el caso de trabajos de mantenimiento se puede garantizar un acceso sencillo a los espacios huecos.

En la figura 7b se representa el intercambio de calor esquemático entre el lado caliente con las guías y accionamientos del bastidor de la máquina y el montante 5, con el lado frío. Las flechas oscuras representadas simbólicamente deben simbolizar en este caso la circulación de refrigerante. En la figura 7b se representa, además, la nervadura 22 en el interior del bastidor de la máquina. Los espacios huecos aprovechan en este caso la forma natural de la nervadura 22 del bastidor de la máquina. De esta manera, se garantiza una posibilidad muy sencilla para la configuración y disposición de los espacios huecos.

La nervadura 22 existente se utiliza, por una parte, para configurar los espacios huecos en la pieza de bastidor y, por otra parte, para elevar el refuerzo y la rigidez de los componentes del bastidor. Los espacios huecos se llenan con agua. El agua se hace circular en este caso entre los espacios huecos, de manera que se realiza una compensación de la temperatura de los diferentes lados de los espacios huecos. La introducción del agua en los espacios huecos del bastidor de la máquina provoca, además, una acción de amortiguación del bastidor de la máquina, con lo que se puede elevar adicionalmente la exactitud de procesamiento de la máquina.

En la figura 8a se representa la línea de intersección A-A a través de la máquina de pórtico con dos carros de guía. En la figura 8b se muestra una sección A-A. Las dos vigas verticales del montante 14 de la máquina de pórtico contienen en este caso, respectivamente, espacios huecos propios. La atemperación de las dos vigas de montante 14 provoca en la máquina de pórtico una exactitud de mecanización especialmente alta, puesto que se garantiza una inclinación de la viga transversal a través del calentamiento uniforme de la máquina de pórtico 14. Otra elevación de la exactitud de la mecanización de la máquina de pórtico se puede conseguir a través de una construcción simétrica térmica de las vigas del montante 14 y/o de todo el bastidor de la máquina. En este caso, es especialmente ventajosa una realización simétrica térmica de todas las guías.

Si se emplean materiales no metálicos para la fabricación de los componentes del bastidor, por ejemplo fundición gris, entonces se incrustan los canales correspondientes en la fundición. Éstos se diferencian de las soluciones conocidas, en general, para la refrigeración activa de función de mineral porque se seleccionan secciones transversales grandes para los tubos insertados para conseguir una buena transmisión de calor. En estos espacios huecos grandes se introduce entonces de la misma manera un medio de refrigeración 23 no refrigerado activamente, que se hace circular lentamente.

Se puede conseguir una exactitud especialmente alta de la mecanización de la máquina herramienta cuando todos los componentes del bastidor de la máquina herramienta están provistos con los espacios huecos para la conducción del refrigerante. Si se proveen ahora de acuerdo con la invención muchos de los componentes del bastidor de la máquina con estos espacios huecos y se hace circular el medio no sólo entre el lado caliente y el lado frío de un componente, sino adicionalmente todavía entre los espacios huecos de los diferentes componentes del bastidor, entonces se puede evitar o se puede reducir en gran medida la configuración de diferencias de la temperatura en toda la máquina herramienta. El medio de refrigeración se hace circular a través de todos los componentes del bastidor en un circuito cerrado. En el caso de presencia de una instalación de refrigerante, se puede llevar el refrigerante con medios sencillos, por ejemplo un intercambiador de calor, a la temperatura del refrigerante del proceso.

La corriente volumétrica (con preferencia en el intervalo del 40 l/min.) durante la atemperación a través de circulación a través de la máquina herramienta, o a través de toda la máquina, debe diseñarse para que el acoplamiento de la corriente de calor que aparece en el lado caliente solamente conduzca a una elevación mínima de la temperatura de por ejemplo menos de 2°C en el medio refrigerante y, por lo tanto, en el componente.

De esta manera, se puede partir por estimación de que por cada zapata de guía lineal debe superarse una fuerza de fricción des de algunas docenas a algunos cientos de Newton. Esta fricción depende del tamaño de construcción de la zapata de guía, de la junta de estanqueidad, de la tensión previa y de la carga. La fuerza de fricción multiplicada por la velocidad de la marcha da como resultado la potencia de fricción. La potencia de fricción para una zapata de guía está, por lo tanto, en una estimación de 50 m/min, entre 50 W y 200 W.

Un accionamiento convierte aproximadamente el 35 % de la potencia eléctrica en calor, cuya mitad se acopla aproximadamente en la estructura de la máquina. Por lo tanto, por cada kilovatio de potencia de accionamiento instalada se acoplan aproximadamente entre 50 y 150 W de potencia térmica en la estructura de la máquina.

Para una máquina de tres ejes con una potencia de conexión de 30 kW resulta de esta manera aproximadamente una potencia térmica entre 2 y 6 kW, que debe absorber la refrigeración circulante, sin que el refrigerante se caliente demasiado en el lado caliente. Esta potencia térmica se puede disipar con una cantidad de circulación de aproximadamente 10 a 40 l/min. de agua.

En la figura 9a se representa la curva de la sección B-B a través de la máquina herramienta. En la figura 9b se representa la sección B-B. El calor, que se transmite a través de la guía 3 en un lado sobre la bancada de la máquina 15, se compensa en este caso a través de los espacios huecos a lo largo de las flechas de flujo de refrigerante representadas de forma esquemática en la figura 9b, con el lado frío de la bancada de la máquina 15. Los espacios huecos están seleccionados en este caso de tal forma que resulta un calentamiento ideal y uniforme de la bancada de la máquina 15. Esta compensación ideal de la temperatura se consigue en este caso utilizando solamente determinados espacios huecos de la bancada de la máquina 15 para la compensación térmica. El espacio hueco central en la figura 9b no es impulsado directamente con refrigerante. A través de la compensación de calor representada en la figura 9b se consigue una distribución uniforme de la temperatura o bien un temperatura uniforme del lado superior y del lado inferior de la bancada de la máquina.

En la figura 10 se muestra una máquina de pórtico, en la que la atemperación se realiza a través de la circulación del medio de refrigeración 23 a través de toda la máquina. El desarrollo del medio de refrigeración 23 en el bastidor de la máquina se representa de forma esquemática con flechas. La máquina de pórtico en la figura 10 comprende unas guías 23, que están dispuestas sobre la bancada de la máquina 15. La mesa de la máquina 21 está conectada a través de las guías 3 con la bancada de la máquina 15. Las estructuras de espacios huecos 16 en la figura 10 están configuradas como taladros de núcleo. Estos taladros están configurados, en parte, como taladros pasantes. La disposición uniforme de las estructuras de espacios huecos 16 o bien de los taladros a lo largo de todo el bastidor de la máquina conduce a una temperatura lo más uniforme posible de todo el bastidor de la máquina en el funcionamiento. Con preferencia, para los diferentes taladros en el bastidor de la máquina o bien en todos los grupos de construcción del bastidor de la máquina se puede utilizar la misma sección transversal del taladro, por ejemplo en el intervalo de 25 a 140 mm para garantizar un proceso de producción lo más eficiente posible de la máquina. De manera especialmente preferida, las estructuras de los espacios huecos 16 están dispuestas simétricamente a lo largo de los ejes de los componentes, de manera que resulta un calentamiento especialmente uniforme de la máquina herramienta. Por ejes de los componentes deben entenderse en este caso los ejes, a lo largo de los cuales se puede mover el componente empotrado a lo largo de las guías o bien a lo largo de los cuales se puede mecanizar el componente empotrado. Por lo tanto, los ejes dependen de la posición de las guías y de la dirección del movimiento de las unidades de accionamiento.

La máquina en la figura 10 comprende adicionalmente una viga transversal 10, un soporte 20 y una cabeza de fresa 17. En el caso de la disposición de una bomba para la circulación del medio de refrigeración en los espacios huecos, se puede tener en consideración al mismo tiempo la forma del pórtico de la máquina 18 o bien de las estructuras de espacios huecos 16. De esta manera, se puede disponer la bomba de circulación de tal forma que se pueden aprovechar con ventaja las circulaciones de convección del medio de circulación.

La máquina de pórtico en la figura 10 contiene varios taladros, que configuran con la estructura de nervaduras del bastidor de la máquina las estructuras de espacios huecos 16. En las superficies laterales derecha e izquierda del pórtico de la máquina 18, en las vigas verticales del montante de la máquina herramienta, están dispuestos unos primeros taladros de núcleo 24 y segundos taladros de núcleo 25, que están alineados paralelos entre sí, de manera que el medio de refrigeración conducido a través de ellos puede circular de manera especialmente alta a través del bastidor y de esta manera se puede conseguir una alta compensación del calor. Los primeros taladros del núcleo 24 y los segundos taladros del núcleo 25 se extienden desde la superficie lateral izquierda hacia la superficie lateral derecha del pórtico de la máquina 18 o bien a la inversa y de esta manera están paralelos a la superficie de base de la máquina herramienta o bien también paralelos a la viga transversal 15. Los terceros taladros de núcleo 26 están dispuestos a lo largo del eje del husillo de trabajo o bien a lo largo del eje de movimiento del soporte 20, es decir, en la dirección vertical de la máquina herramienta, puesto que de esta manera se puede absorber especialmente bien el calor generado. En la viga transversal 19 del pórtico de la máquina 18 están previstos, además, décimos taladros de núcleo 38, que se extienden a lo largo o bien paralelos al eje longitudinal de la viga transversal 19. Desde el lado delantero hacia el lado trasero están previstos novenos taladros de núcleo horizontales.

En las superficies laterales derecha e izquierda de la bancada de la máquina 15 están dispuestos cuartos taladros de núcleo 27 y quintos taladros de núcleo 28. Estos taladros de núcleo se extienden horizontalmente a través de la bancada de la máquina 15, paralelamente al eje longitudinal de la viga transversal 19. Los cuartos taladros de núcleo 27, en el ejemplo de realización representado se muestran cinco taladros de los cuartos taladros de núcleo 27, están dispuestos a distancias uniformes directamente debajo (verticalmente debajo) de las guías 3 de la mesa de la máquina 21 para absorber el calor generado de las guías 3 y del componente instalado encima (no mostrado). Los octavos taladros de núcleo 31 se encuentran en la zona angular inferior derecha e izquierda de la bancada de la máquina 15 y se extienden horizontalmente, es decir, paralelamente a la superficie de base de la máquina herramienta. Los octavos taladros de núcleo 31 están geoméricamente lo más alejados posible de los componentes

funcionales generadores de calor, como por ejemplo guías o accionamientos de la máquina herramienta y forman de esta manera zonas de compensación o bien de igualación de la bancada de la máquina 15, de modo que el medio de refrigeración circulado puede ceder en estas zonas el calor absorbido a zonas más frías de la bancada de la máquina. Con preferencia, los octavos taladros de núcleo 31 están dispuestos siempre en zonas angulares exteriores de los componentes del bastidor de la máquina herramienta, para poder acceder también a las zonas más frías de los componentes del bastidor de la máquina herramienta y para poder calentar el bastidor de la máquina herramienta de la manera más uniforme posible.

Los sextos taladros de núcleo 29 y los séptimos taladros de núcleo 30, 33 están guiados horizontalmente desde el lado delantero de la bancada de la máquina 15 hacia el lado trasero de la bancada de la máquina 15 (no representada) y de esta manera están dispuestos paralelos y en la proximidad inmediata a las guías 3 de la mesa de la máquina 21. Los sextos taladros de núcleo 29 están realizados en este caso especialmente grandes para absorber de la manera más eficiente posible el calor de los componentes funcionales generadores de calor adyacentes. Todos los taladros de núcleo se extienden con preferencia de tal forma que éstos se cortan siempre en ángulo recto, de manera que se garantiza una facilidad de fabricación de los taladros del bastidor de la máquina herramienta en pocas etapas de trabajo, sin volver a fijar con frecuencia los componentes de bastidor en el proceso de fabricación.

La disposición horizontal de los taladros de núcleo tiene la ventaja de que el medio de refrigeración se puede bombear de manera especialmente sencilla a través de estos taladros. Los taladros designados en este caso como taladros de núcleo pueden estar realizados también como taladros pasantes o como taladros ciegos. En lugar de taladros de núcleo también son posibles aberturas. En el caso de taladros pasantes, se pueden prever roscas en los lados exteriores del taladro pasante, para que se puedan enroscar fácilmente las tapas de cierre necesarias y se puedan desenroscar fácilmente las tapas durante el mantenimiento de las estructuras de espacios huecos 16.

A través de la alimentación de la bancada de la máquina 34 se alimenta el medio de refrigeración desde el montante del pórtico de la máquina 18 directamente a los sextos taladros de núcleo 29 hacia las zonas con la entrada máxima de calor de la bancada de la máquina 15. Esta alimentación se puede realizar a través de líneas de compensación internas o externas (dispuestas en el bastidor de la máquina o fuera del) bastidor de la máquina, que se representan en la figura 10 de manera esquemática por medio de flechas de flujo del medio de refrigeración. Los taladros de núcleo pueden estar configurados también de tal manera que éstos asumen la función de los conductos de compensación, de manera que no son necesarios conductos adicionales. A través de la primera alimentación del montante 37 se alimenta el medio de refrigeración desde la bancada de la máquina 15 hacia el montante del pórtico de la máquina. El medio de refrigeración calentado en la bancada de la máquina cede de nuevo el calor al montante y lo calienta. En la etapa siguiente, se conduce el medio de refrigeración después de la cesión del calor a través de la alimentación de las vigas transversales 36 a las estructuras de espacios huecos 16 de la viga transversal. En la viga transversal, el medio de refrigeración absorbe el calor de la guía 23 y del soporte 20. En la etapa siguiente, el medio de refrigeración es conducido a través de la segunda alimentación del montante 35 hacia el montante del pórtico de la máquina 18. Allí el medio de refrigeración cede de nuevo el calor, de manera que en la etapa siguiente se puede iniciar de nuevo el circuito desde delante. El circuito se puede accionar, naturalmente, también a la inversa. La circulación del medio de refrigeración se puede realizar en este caso a través de una o varias bombas.

Si se dan estos supuestos, entonces de acuerdo con la invención existe la posibilidad de conseguir con medios sencillos la atemperación de los componentes de la máquina. Solamente se necesita una bomba de circulación sencilla que circula de manera duradera. Se evita una regulación vulnerable complicada. Además, se pueden evitar los circuitos de compresor y de evaporador, como son habituales, o además intercambiadores de calor. Por último, no tienen que refrigerarse los componentes de la máquina, más bien debe evitarse la configuración de diferencias de la temperatura en los componentes.

Si se apoya el proceso de mecanización por arranque de virutas con refrigerantes de proceso, es conveniente de acuerdo con la invención compensar la temperatura del refrigerante de proceso con la del refrigerante de la máquina. Esto se puede conseguir de una manera económica y robusta a través del empleo de un intercambiador de calor compacto de placas, que es atravesado por la corriente de los dos medios.

Los componentes del bastidor de la máquina herramienta comprenden espacios huecos con una sección transversal significativa grande en comparación con las dimensiones del componente del bastidor y con una superficie significativamente grande en comparación con la superficie del componente del bastidor, que reciben un medio de refrigeración atemperado ni activamente. El medio de refrigeración 23 se hace circular entre estos espacios huecos para transportar la cantidad de calor absorbida sobre el lado de accionamiento sobre el lado opuesto del componente de bastidor, para cederlo allí, para que en el componente se ajuste un nivel de temperatura en general más alto, pero más uniforme con diferencias muy reducidas de temperatura entre el lado de accionamiento y el lado alejado y se evitan las deformaciones térmicas, que conducen a la flexión de los componentes del bastidor. En este caso, se puede aprovechar la estructura natural de nervaduras que poseen los componentes de bastidores metálicos fundidos o soldados para configurar los espacios huecos. Componentes funcionales que generan calor,

cuyo calor se puede disipar, son por ejemplo motor, transmisión, guías y otros grupos de construcción que se calientan en el funcionamiento.

5

REIVINDICACIONES

- 1.- Máquina herramienta con un bastidor de máquina, en el que están dispuestos componentes funcionales, que generan calor en el funcionamiento, y que presenta estructuras de espacios huecos (16) para la configuración de un circuito de circulación, en el que se hace circular un medio de refrigeración (23) dentro del bastidor de la máquina, en la que el bastidor de la máquina presenta primeras zonas, en las que están dispuestas los componentes funcionales que generan calor y segundas zonas, que están distanciadas de las primeras zonas, de manera que la entrada de calor generado a través de los componentes funcionales es menor en las segundas zonas que en las primeras zonas, y las estructuras de espacios huecos (16) presentan primeras secciones (13a), que están dispuestas en las primeras zonas y segunda secciones (13b) que están dispuestas en las segundas zonas, en la que las estructuras de espacios huecos (16) que se encuentran en el bastidor de la máquina están dimensionadas de tal manera que durante la circulación del medio de refrigeración (23) desde las primeras secciones (13a) hasta las segundas secciones (13b) se disipa el calor introducido desde los componentes funcionales en las segundas zonas y de esta manera se realiza una igualación de la temperatura entre las primeras y las segundas zonas, en la que está prevista una bomba para la circulación del medio de refrigeración y las primeras secciones (13a) y las segundas secciones (13b) de las estructuras de espacios huecos forman un circuito cerrado, que está dispuesto totalmente dentro del bastidor de la máquina, de manera que tiene lugar la igualación de la temperatura dentro del bastidor de la máquina, **caracterizada** porque las estructuras de espacios huecos (16) para la configuración del circuito de circulación se forman, al menos en parte, por espacios huecos de una estructura de nervaduras (22) del bastidor de la máquina y en la que las estructuras de espacios huecos están conectadas entre sí a través de taladros pasantes.
- 2.- Máquina herramienta de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** porque la igualación de la temperatura entre las primeras y las segundas zonas tiene lugar sólo a través del bastidor de la máquina, sin utilización de una máquina de refrigeración.
- 3.- Máquina herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque el medio de refrigeración (23) es atemperado exclusivamente como consecuencia del flujo de calor sobre el bastidor de la máquina desde las primeras secciones (13a) hacia las segundas secciones (13b).
- 4.- Máquina herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la máquina herramienta está configurada como máquina de pórtico, el bastidor de la máquina está constituido por una bancada de la máquina (15) y un montante (5), y los componentes funcionales que generan calor están constituidos por un accionamiento y por guías (3) y las primeras y segundas secciones (13a, 13b) están dispuestas en la bancada de la máquina (15) y/o en el montante (5).
- 5.- Máquina herramienta de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** porque el bastidor de la máquina está constituido por una bandada de la máquina (15) y un montante (5) y la bancada de la máquina (15) y el montante (5) presentan estructuras de espacios huecos (16) y estas estructuras de espacios huecos (16) están en comunicación entre sí, de tal manera que el medio de refrigeración (23) fluye para la igualación de las diferencias de temperaturas desde las estructuras de espacios huecos (16) del montante (5) hasta las de la bancada de la máquina (15) y a la inversa.
- 6.- Máquina herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque las primeras secciones (13a) de las estructuras de espacios huecos (16) están conectadas a través de taladros pasantes con las segundas secciones (13b) de las estructuras de espacios huecos (16) y los orificios de los taladros pasantes en las superficies exteriores del bastidor de la máquina están cerrados con tapas.
- 7.- Máquina herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque está previsto un intercambiador de calor que está instalado para adaptar la temperatura de un refrigerante de proceso, que refrigera directamente la zona mecanizada de la pieza de trabajo durante el proceso de trabajo, a la temperatura del medio de refrigeración (23).
- 8.- Máquina herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la bomba está prevista para el ajuste de la corriente volumétrica del medio de refrigeración (23) dentro de las estructuras de espacios huecos (16), y la potencia de la bomba y la sección transversal de las estructuras de espacios huecos (16) están instaladas de tal manera que se puede ajustar la diferencia de la temperatura máxima el medio de refrigeración (23) entre las primeras secciones (13a) y las segundas secciones (13b) en el funcionamiento por debajo de 5°C.
- 9.- Máquina herramienta de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, **caracterizada** porque las estructuras de espacios huecos (16) de la bancada de la máquina (15) están dispuestas paralelas debajo de las guías (3), y porque el montante (5) presenta sólo dos zonas.

- 10.- Procedimiento para la atemperación del bastidor de una máquina herramienta con componentes funcionales, que generan calor en el funcionamiento, que están dispuestos en el bastidor de la máquina, que presenta estructuras de espacios huecos (16) que configuran un circuito de circulación, en el que se hace circular un medio de refrigeración (23), y el bastidor de la máquina presenta primeras zonas, y segundas zonas que están distanciadas de las primeras zonas y la entrada de calor en las segundas zonas es menor que en las primeras zonas y las estructuras de espacios huecos (16) presentan primeras secciones (13a), que están dispuestas en las primeras zonas y segundas secciones (13b) que están dispuestas en las segundas zonas, con las etapas de la igualación de la caída de la temperatura entre primeras y segundas zonas a través de la circulación del medio de refrigeración (23) desde las primeras secciones (13a) hasta las segundas secciones (13b), exclusivamente dentro del bastidor de la máquina, en el que las primeras secciones (13a) y las segundas secciones (13b) de las estructuras de espacios huecos (16) forman un circuito cerrado, que está dispuesto totalmente dentro del bastidor de la máquina, de manera que la igualación de la temperatura tiene lugar dentro del bastidor de la máquina, en el que está prevista una bomba para la circulación del medio de refrigeración y **caracterizado** porque las estructuras de espacios huecos (16) para la configuración del circuito de circulación se forman, al menos en parte, por espacios huecos de una estructura de nervaduras (22) del bastidor de la máquina, y en el que las estructuras de espacios huecos están conectadas entre sí a través de taladros pasantes.
- 11.- Procedimiento para la atemperación del bastidor de una máquina herramienta de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el bastidor de la máquina está constituido por una bancada de la máquina (15) y un montante (5), y la bancada de la máquina (15) y el montante (5) presentan estructuras de espacios huecos (16), **caracterizado** por la etapa de la circulación del medio de refrigeración (23) para la compensación de diferencias de la temperatura desde las estructuras de espacios huecos (16) del montante (5) hasta las estructuras de espacios huecos (16) de la bancada de la máquina (15) y a la inversa.
- 12.- Procedimiento para la atemperación del bastidor de una máquina herramienta de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado** porque en la primera etapa se bombea el medio de refrigeración (23) a través de las primeras secciones (13a) de las estructuras de espacios huecos (16) de una bancada de la máquina (15) del bastidor de la máquina, en una segunda etapa se bombea el medio de refrigeración (22) a las segundas secciones (13b) de las estructuras de espacios huecos (16) de un montante (5) del pórtico de la máquina (18) de la máquina herramienta y a la inversa, y porque en otra etapa se bombea el medio de refrigeración (23) a las primeras secciones (13a) de las estructuras de espacios huecos (16) de una viga transversal (19) del pórtico de la máquina (18) y a continuación de retorno a las segundas secciones (13b) de las estructuras de espacios huecos (16) del montante del pórtico de la máquina (18).
- 13.- Procedimiento para la atemperación del bastidor de una máquina herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado** por la etapa de la adaptación de la temperatura de un refrigerante de proceso, que refrigera directamente la zona procesada de la pieza de trabajo durante el proceso de trabajo, a la temperatura del medio de refrigeración (23), a través de un intercambiador de calor.
- 14.- Procedimiento para la atemperación del bastidor de una máquina herramienta de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el bastidor de la máquina está constituido por una bancada de máquina (15), una viga transversal (19) y un montante (5), **caracterizado** por las etapas de la circulación del medio de refrigeración desde las estructuras de espacios huecos (16) del montante (5) hasta las estructuras de espacios huecos (16) de la bancada de la máquina (15) y a la inversa, y/o la circulación del medio de refrigeración desde las estructuras de espacios huecos (16) del montante (5) hasta las estructuras de espacios huecos (16) de la viga transversal y a la inversa.

FIGURA 1

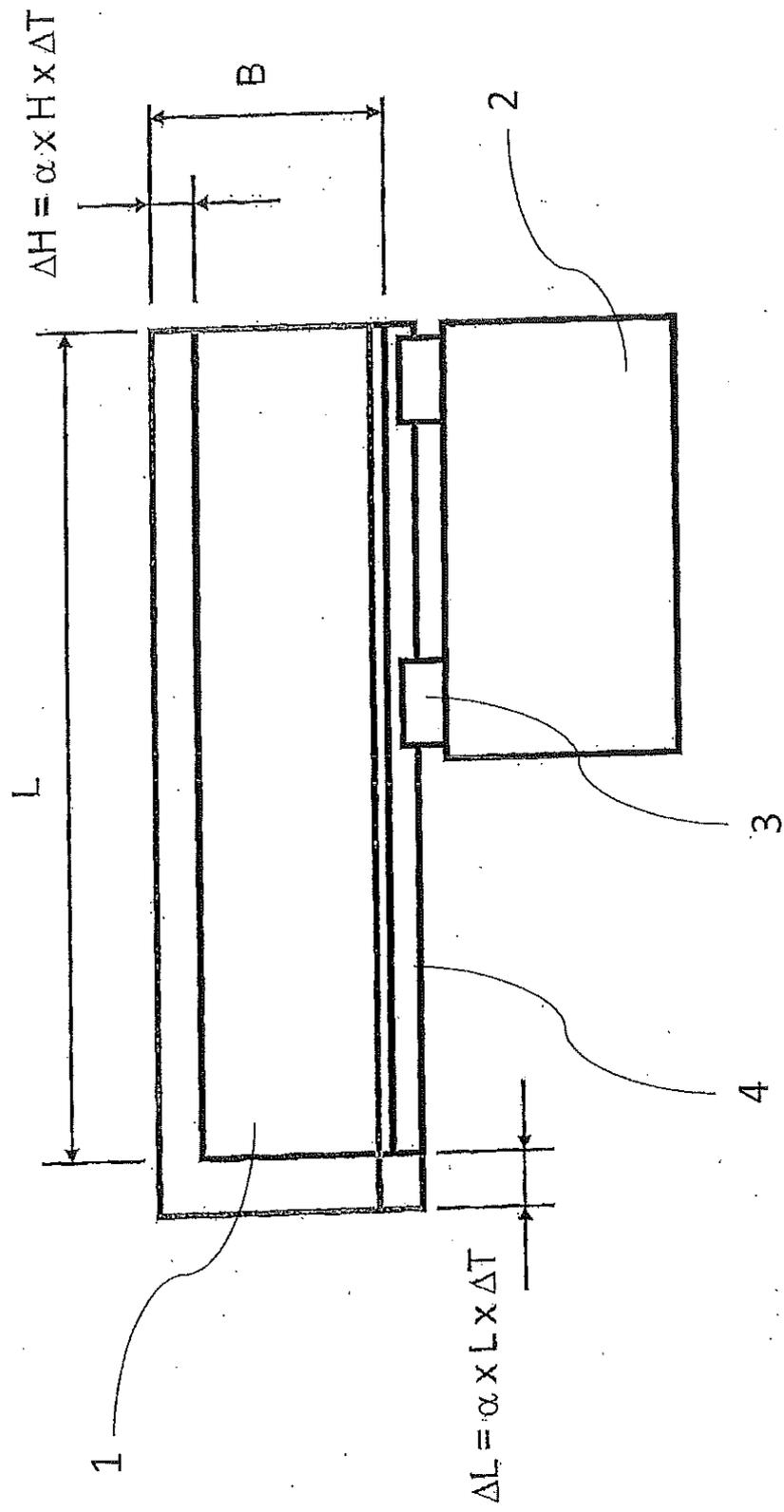


FIGURA 2

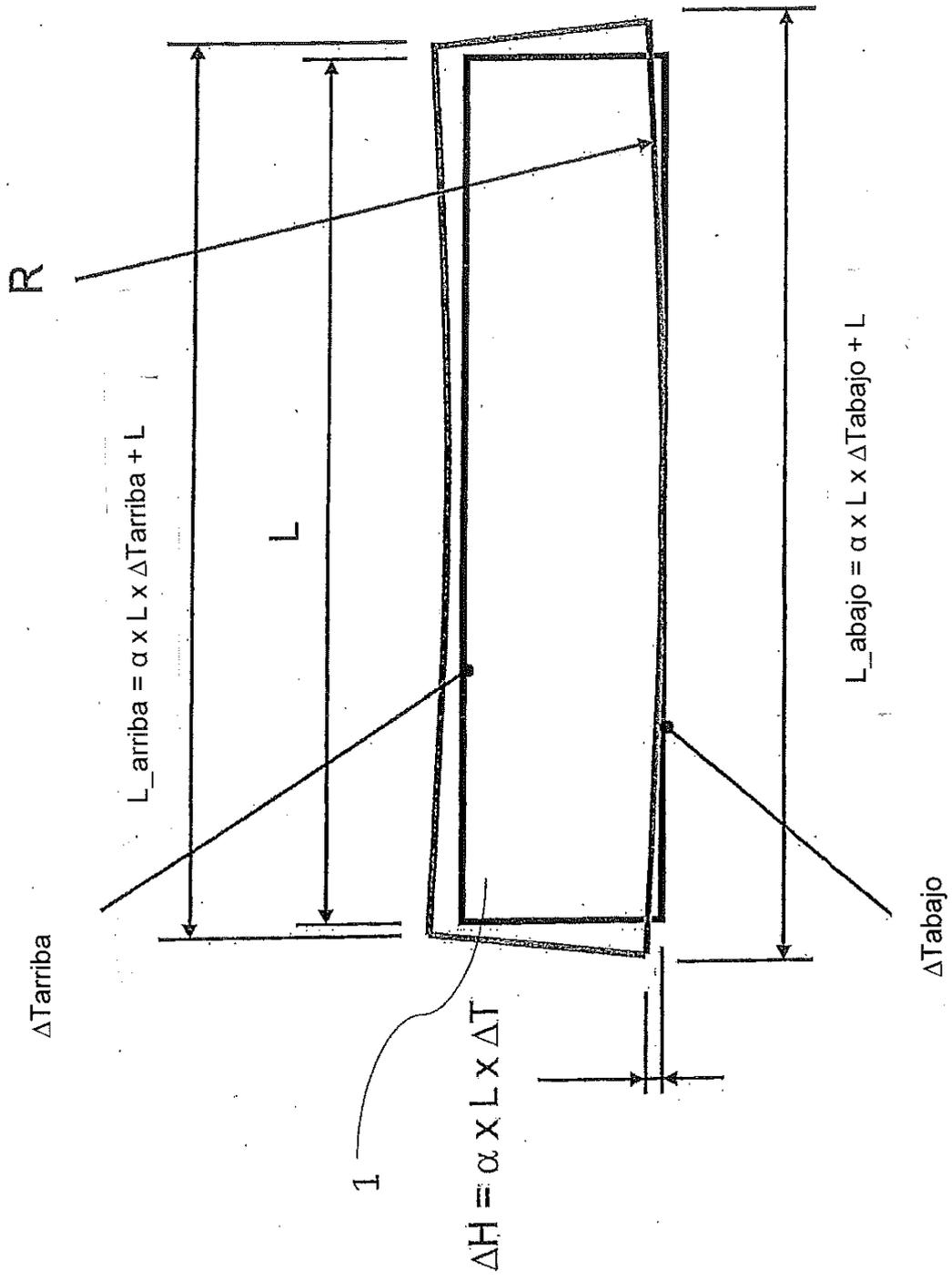
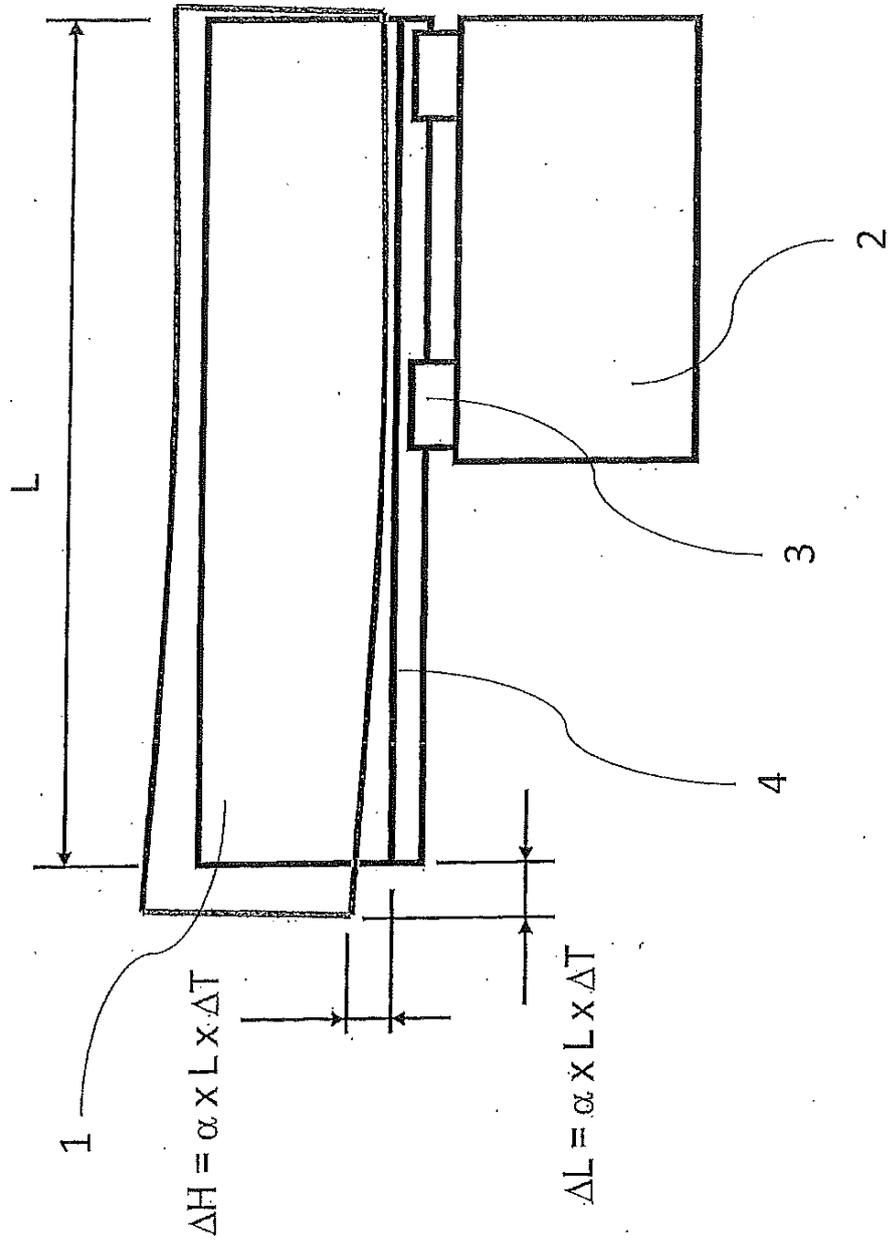


FIGURA 3



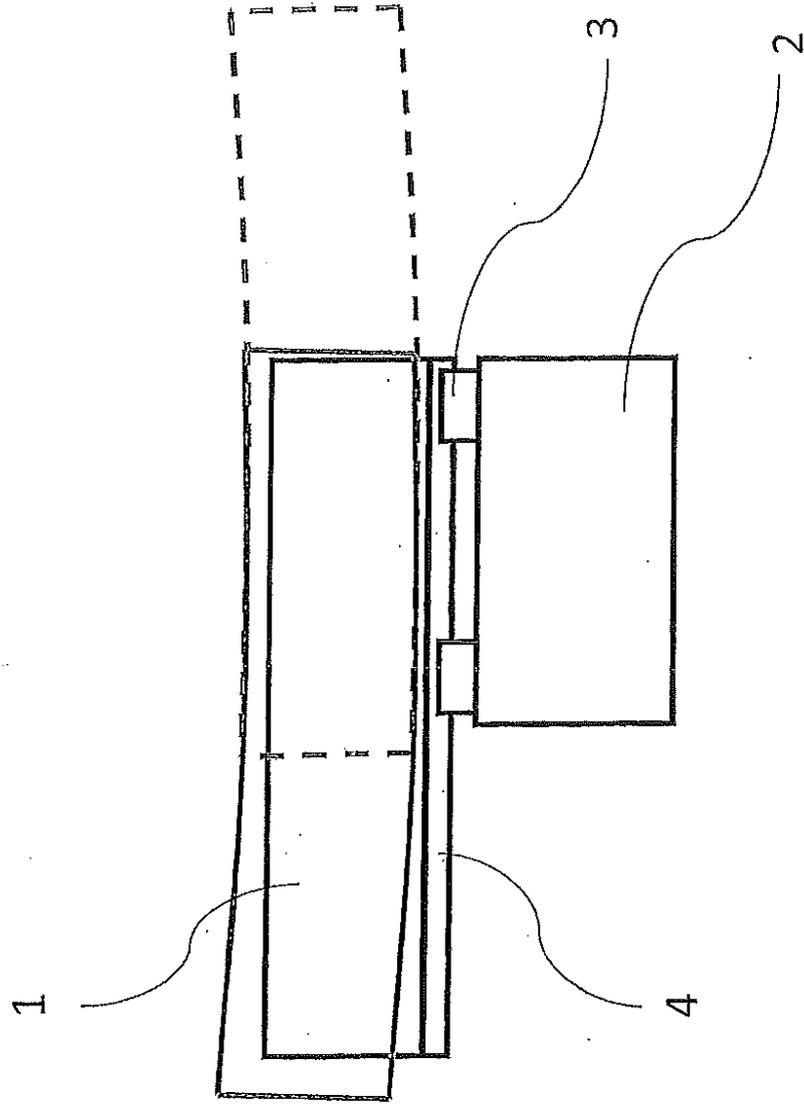


FIGURA 4

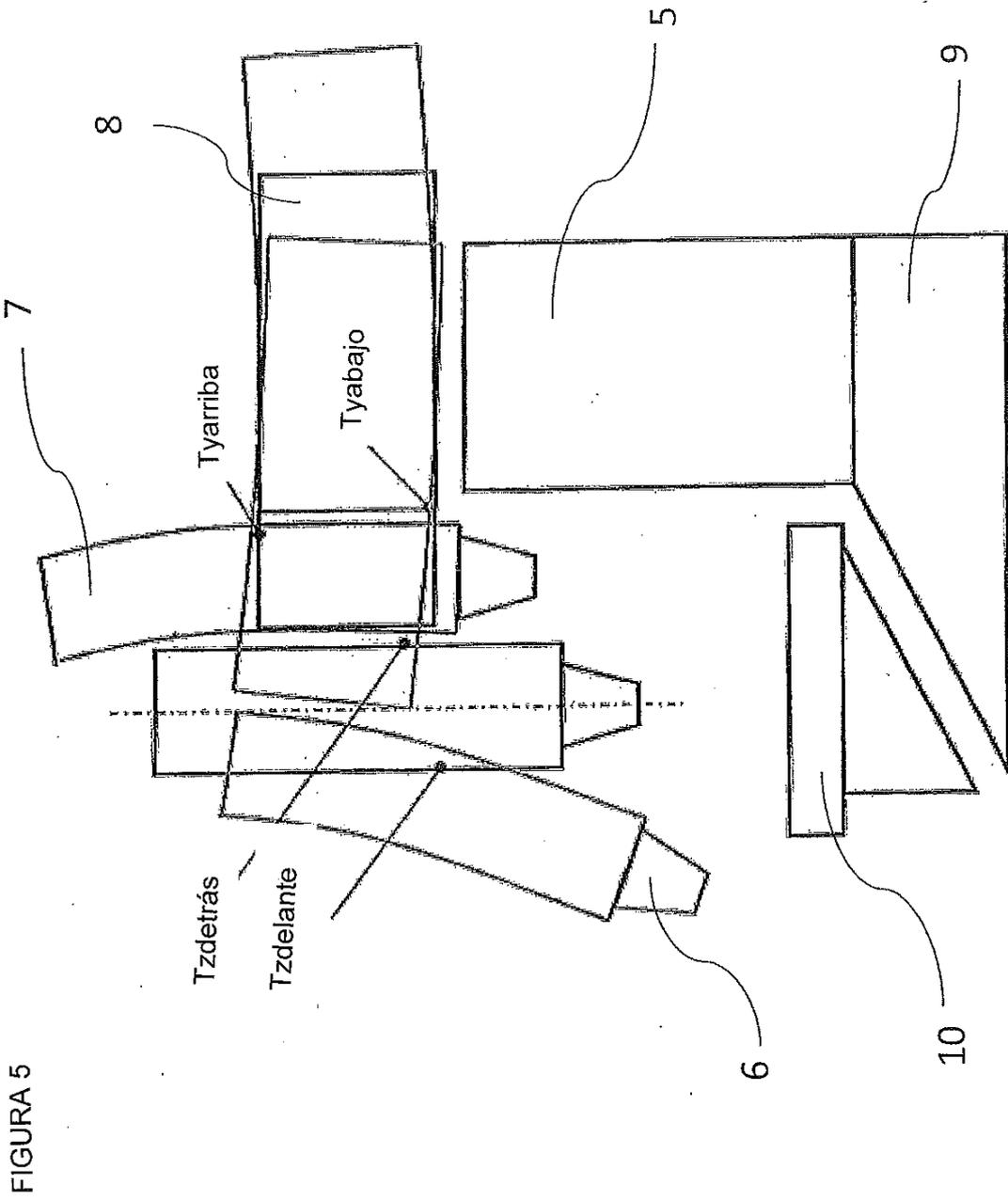


FIGURA 5

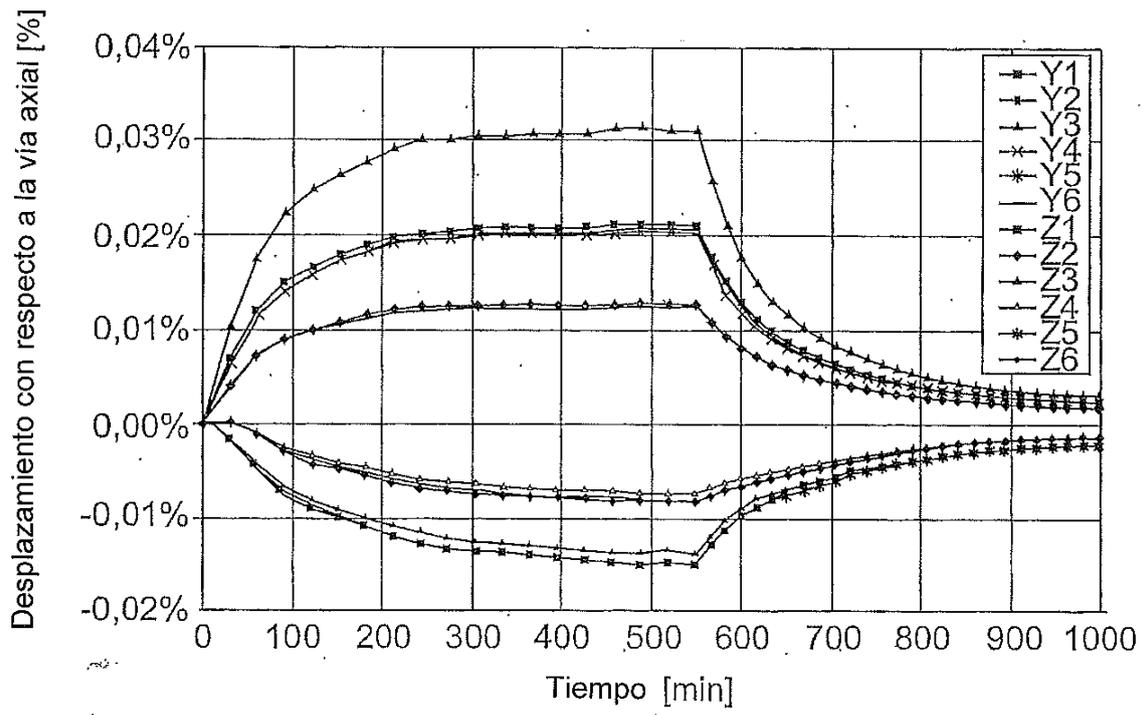


Fig. 6

FIGURA 7a

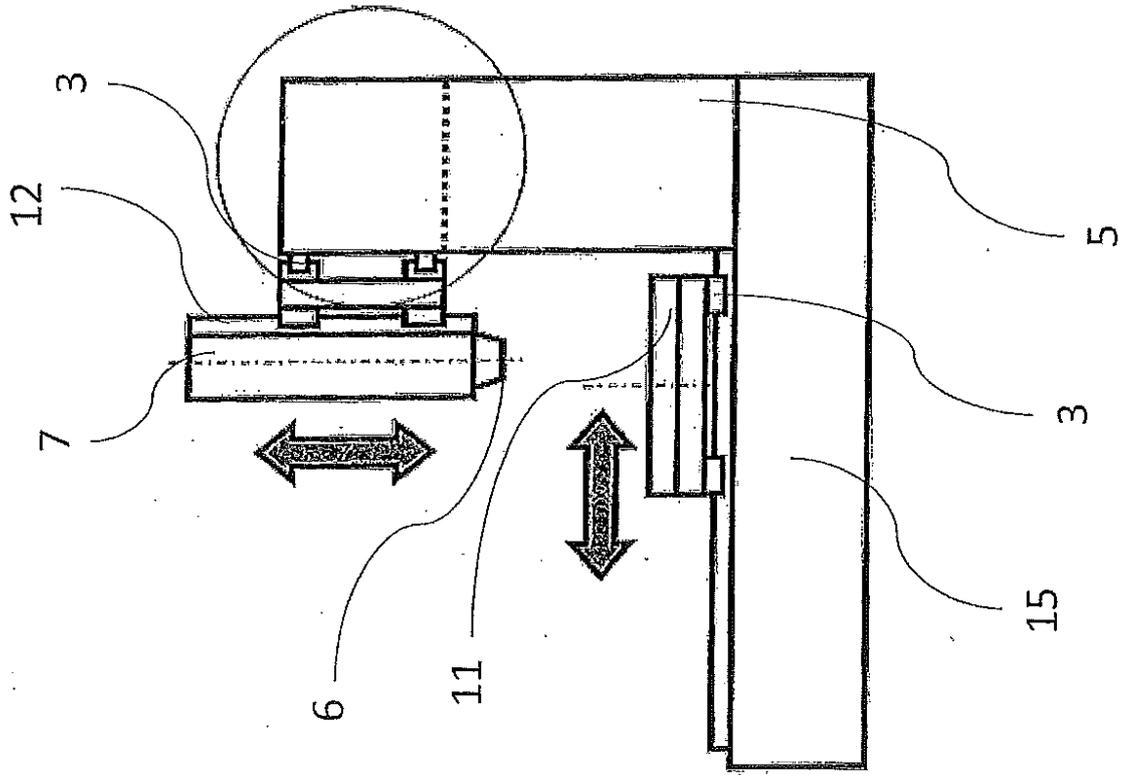


FIGURA 7b

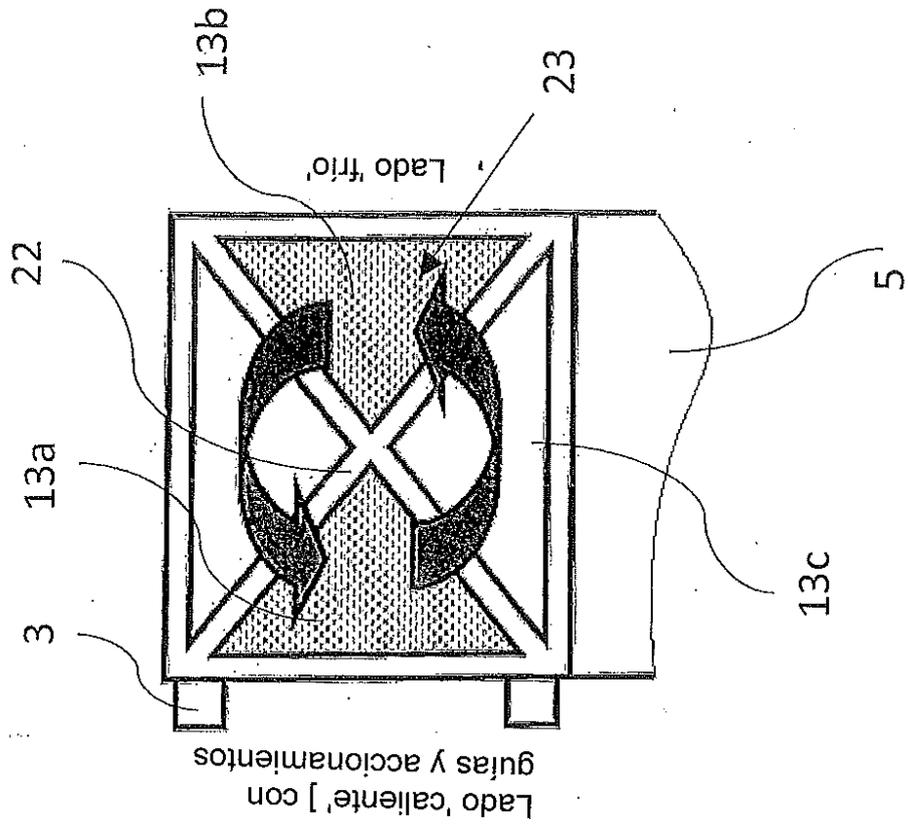


FIGURA 8b

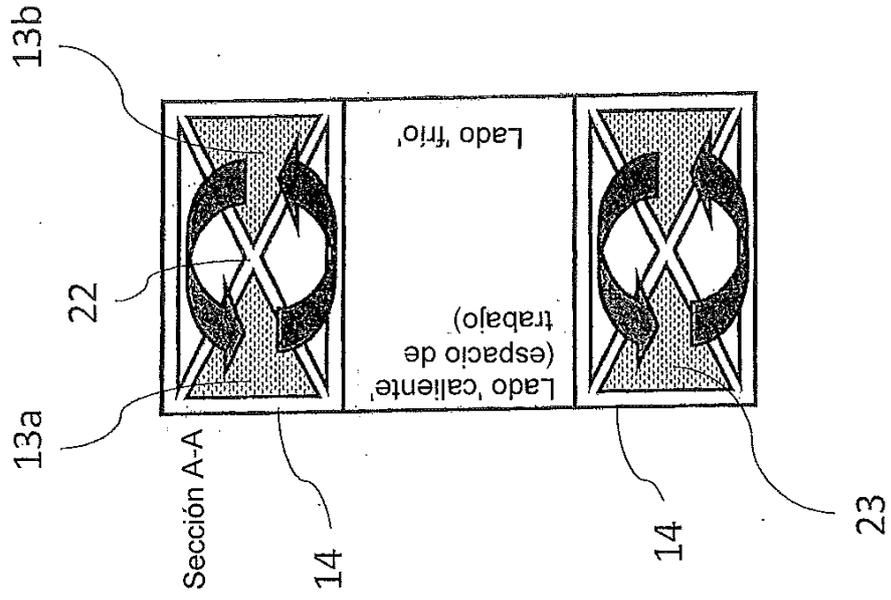


FIGURA 8a

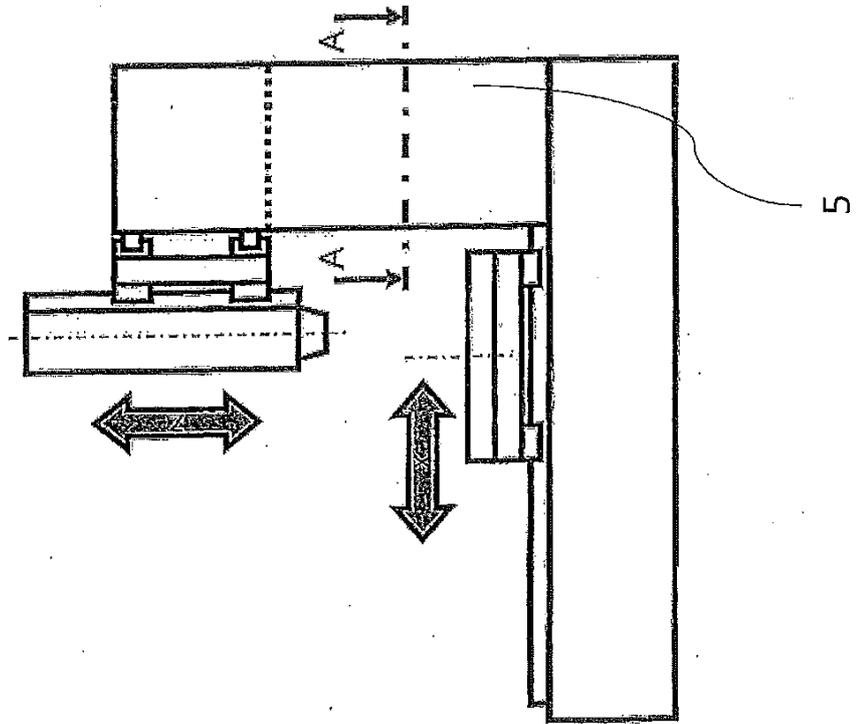


FIGURA 9B

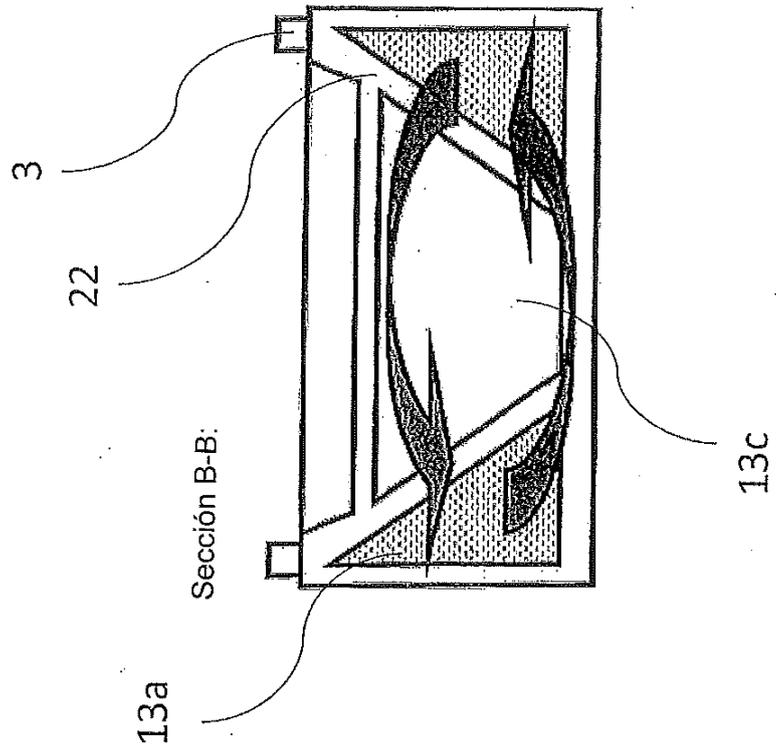
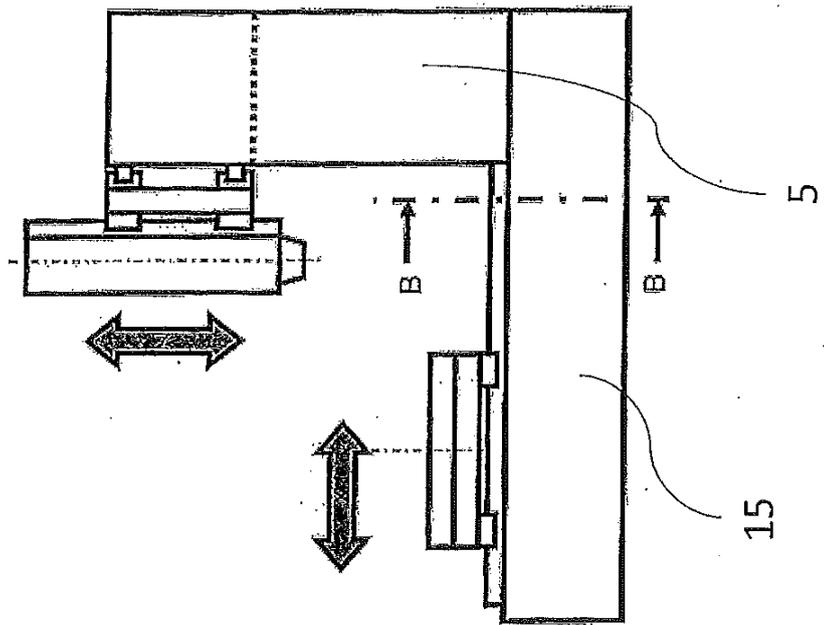


FIGURA 9a



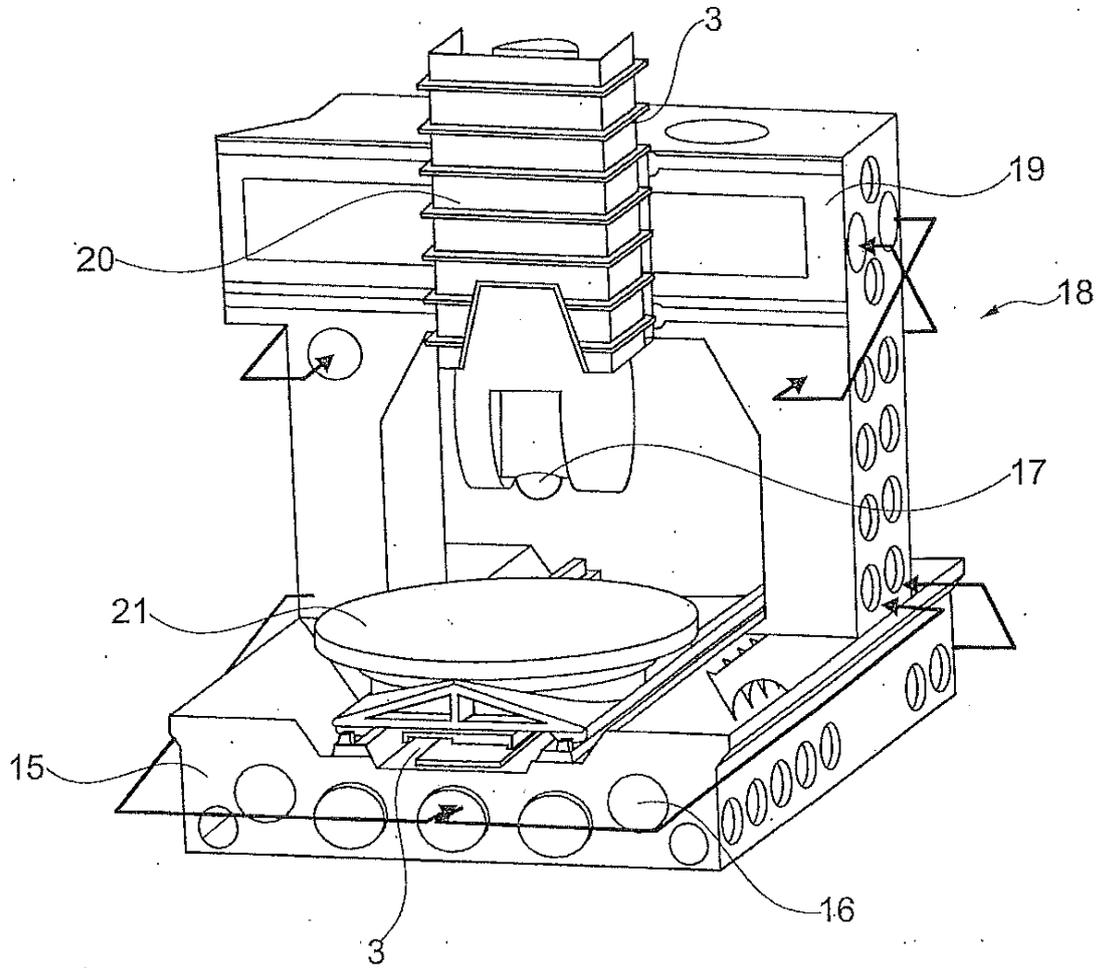


Fig. 10