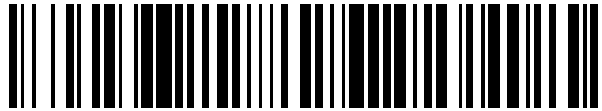


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 703 275**

51 Int. Cl.:

G01M 1/36

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.06.2009 PCT/EP2009/004398**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.12.2009 WO09156094**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.06.2009 E 09768943 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 2297563**

54 Título: **Dispositivo de equilibrado, sistema de equilibrado y procedimiento de equilibrado**

30 Prioridad:

18.06.2008 DE 102008028892

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

07.03.2019

73 Titular/es:

**DITTEL MESSTECHNIK GMBH (100.0%)
Erpfinger Strasse 36
86899 Landsberg am Lech, DE**

72 Inventor/es:

**KOENIGER, WILLIBALD y
SCHALK, DAVID**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 703 275 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de equilibrado, sistema de equilibrado y procedimiento de equilibrado

- 5 La invención se refiere a un dispositivo de equilibrado, en particular un cabezal de equilibrado o un anillo de equilibrado, para un sistema de equilibrado electromecánico para unidades giratorias, en particular para husillos de máquinas-herramienta, con al menos una masa de equilibrado, que es ajustable para compensar un desequilibrio de la unidad, y una unidad de accionamiento, en particular un motor eléctrico, para ajustar la masa de equilibrado. Dichos dispositivos de equilibrado se describen en los documentos EP1580543, WO 01/98745 y US 2006/0005623.
- 10 En tales dispositivos de equilibrado, el problema consiste en que un equilibrado automático dirigido no es posible. Existen cabezales de equilibrado que presentan pesos ajustables. Sin embargo, en estos sistemas conocidos sólo se puede trabajar en el llamado principio de "prueba y error", es decir, los pesos se ajustan y el comportamiento del sistema en general durante este proceso de ajuste se observa con respecto a la magnitud y la fase o la posición angular del vector de equilibrado que compensa el desequilibrio respectivo resultante de los pesos. Una desventaja particular de estos sistemas es el largo tiempo que se requiere para el proceso de equilibrado.
- 15 También se conocen métodos de equilibrado "manuales" en los que los pesos se establecen manualmente en las posiciones apropiadas. Un operador experimentado puede realizar así un equilibrado satisfactorio dependiendo de la reacción medida respectiva de todo el sistema a la posición actualmente seleccionada de los pesos. Sin embargo, para muchas aplicaciones, un método manual de este tipo no es aceptable, sobre todo debido al gasto de tiempo asociado.
- 20 El objetivo de la invención es proporcionar una posibilidad de equilibrar las unidades rotativas, que garantice una alta fiabilidad, requiera el menor tiempo posible y sea automáticamente viable.
- 25 La solución de este objeto se logra mediante las características de las reivindicaciones 1 y 9.
- 30 Al especificar una pluralidad de posiciones para la masa de equilibrado, es posible ajustar selectivamente la masa de equilibrado en una posición requerida para la operación de equilibrado respectiva. Por lo tanto, no es necesario pasar por al menos una parte sustancial de la trayectoria de ajuste total posible para la masa de equilibrado para determinar primero la posición de equilibrio óptima de la masa de equilibrado mediante la observación de la reacción del sistema global en rotación. Dicha "prueba" ya no es necesaria debido a la invención. En consecuencia, la invención hace posible calcular una posición teórica para la masa de equilibrado a partir del desequilibrio medido y luego mover la masa de equilibrado directamente a esta posición de punto de ajuste. La posición teórica se caracteriza por el hecho de que la masa de equilibrado que se halla en la posición teórica simplemente compensa el desequilibrio medido.
- 35 La ventaja del dispositivo de equilibrado de acuerdo con la invención consiste en que, en particular, permite un equilibrado automático rápido y dirigido debido a la posibilidad de posicionamiento objetivo de la masa de equilibrado.
- 40 La solución de la tarea también se logra mediante un sistema de equilibrado electromecánico para unidades giratorias, en particular para husillos de máquinas-herramienta, con al menos un dispositivo de equilibrado integrado en una unidad giratoria, unido a una unidad giratoria y/o montado alrededor de una unidad giratoria del tipo especificado aquí, y con un dispositivo de medición para determinar un desequilibrio de la unidad giratoria.
- 45 Además, el objetivo se soluciona mediante un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, en particular, para el equilibrado automático de las unidades giratorias por medio de al menos un dispositivo de equilibrado del tipo aquí especificado, en el que se mide un desequilibrio de la unidad, se calcula a partir del desequilibrio medido una posición teórica para la masa de equilibrado donde la masa de equilibrado compensa el desequilibrio, y la masa de equilibrado se ajusta a la posición teórica.
- 50 Los desarrollos preferidos del dispositivo de equilibrado, el sistema de equilibrado y el procedimiento de equilibrado se especifican en las reivindicaciones dependientes, la descripción y los dibujos.
- 55 Preferiblemente, el dispositivo de equilibrado puede integrarse en la unidad giratoria, puede montarse en la unidad giratoria y/o puede montarse alrededor de la unidad giratoria. Los dispositivos de equilibrado integrables y/o conectables también se conocen como cabezales de equilibrado. En general, la invención puede implementarse junto con cualquier dispositivo de equilibrado electromecánico diseñado.
- 60 En una realización adicional de la invención, se puede prever que para cada una de las posiciones, el efecto de equilibrado de la masa de equilibrado situada en la posición en cuestión y/o para cada cambio en la posición de la masa de equilibrado, se conozca o se pueda determinar el cambio resultante de ello en el efecto de equilibrado de la masa de equilibrado. El conocimiento así dado del comportamiento del dispositivo de equilibrado con respecto al ajuste de los movimientos de la masa de equilibrado permite una reacción muy rápida a los desequilibrios medidos al
- 65

ajustar la masa de equilibrado de la manera requerida respectivamente.

5 Una mejora adicional del dispositivo de equilibrado se consigue porque, según la invención, por las posiciones en cada caso, la posición absoluta de la masa de equilibrado está predeterminada o puede determinarse en un sistema de coordenadas fijo con respecto al dispositivo de equilibrado. Tal sistema absoluto tiene ventajas sobre un sistema de posicionamiento puramente incremental.

10 Por lo tanto, es posible determinar la o las posiciones absolutas de las masas de equilibrado. Una ventaja de esto es que la determinación de posicionamiento no requiere el propio movimiento de las masas de equilibrado y/o cualquier dispositivo de medición conformado o sus partes, es decir, no se necesitan movimientos relativos de componentes.

15 En el dispositivo de equilibrado según la invención de acuerdo con la reivindicación 9, el dispositivo de posicionamiento comprende un dispositivo para medir posiciones de rotación. En este caso, los dispositivos de medición de posición giratoria básicamente conocidos pueden usarse de una manera ventajosa para asegurar la posicionabilidad de la masa de equilibrado. En el dispositivo de acuerdo con la reivindicación 9, un imán permanente está dispuesto giratorio con respecto a un sensor formado adecuadamente, en el que el sensor está en condiciones de medir la posición rotacional del imán permanente con una resolución claramente por debajo de 1°. Dependiendo del diseño específico del dispositivo de equilibrado, es posible utilizar tales dispositivos de medición conocidos, en particular, disponibles de forma gratuita para determinar la posición o el posicionamiento de la masa de equilibrado.

20 En una realización preferida de la invención, las posiciones se codifican y se pueden leer por medio de un lector de códigos.

25 Una posibilidad para la codificación de posición de acuerdo con una realización adicional de la invención consiste en codificar las posiciones de acuerdo con el principio del código Gray. El uso del código Gray y las ventajas asociadas, en particular en la transmisión de informaciones, son básicamente conocidos, razón por la cual no es necesario analizarlos aquí. Particularmente ventajoso con respecto al uso para el posicionamiento de masas de equilibrado es la robustez particular o la susceptibilidad a errores de la transmisión de informaciones. En particular, según la invención, la codificación de las posiciones se puede llevar a cabo de acuerdo con el principio del código Gray de una sola pista.

35 La implementación práctica de dicha codificación se puede hacer básicamente de cualquier manera. Simplemente a modo de ejemplo, debe mencionarse que una banda anular que está magnetizada en la dirección circunferencial puede servir como portadora de código, en donde una banda anular formada de manera correspondiente sirve como lector de código y tiene una pluralidad de sensores distribuidos circunferencialmente sensibles al tipo de magnetización, por ejemplo, en forma de sondas Hall.

40 Además, puede preverse de acuerdo con la invención que a un movimiento de ajuste de la masa de equilibrado se le asigne un movimiento de un portador de código en relación con un lector de códigos, en donde este movimiento da como resultado un cambio del código de posición legible. El portador de código y la masa de equilibrado, por ejemplo, pueden estar acoplados mecánicamente de manera positiva, de modo que sólo es posible un movimiento común de masa de equilibrado y portador de código.

45 Una posible realización particularmente simple y al mismo tiempo fiable prevé que el portador de código comprenda al menos una, en particular exactamente una pista de código anular. En el caso de varias masas de equilibrado, cada masa de equilibrado puede asociarse con una pista de código, por ejemplo, anular.

50 El dispositivo de equilibrado puede comprender una pluralidad de masas de equilibrado, en donde en particular se proporcionan exactamente dos masas de equilibrado. Preferiblemente, las masas de equilibrio son ajustables independientemente. Si se proporcionan al menos dos masas de equilibrado, según la invención, el vector de equilibrado requerido puede ajustarse muy rápidamente, tanto en términos de magnitud como de fase o dirección. Las masas de equilibrado individuales del dispositivo de equilibrado pueden disponerse desplazadas entre sí en la dirección axial. Alternativamente, es posible una disposición de las masas de equilibrio con la misma posición axial, lo que tiene la ventaja de que no existen planos de compensación espaciados axialmente y, por consiguiente, no surge ningún momento de desequilibrio.

55 Preferiblemente, el dispositivo de equilibrado de acuerdo con la invención es adecuado para llevar a cabo un equilibrado de múltiples niveles, en el que el dispositivo de equilibrado tiene al menos dos disposiciones de al menos una masa de equilibrado dispuestas en ubicaciones separadas entre sí a lo largo de un eje del dispositivo de equilibrado. El equilibrio de múltiples niveles, que a menudo se requiere en la práctica, hasta ahora ha sido difícil de manejar debido a la retroacción inevitable entre los dos equilibradores, es decir, un cambio del vector de equilibrado realizado en un punto de equilibrado resulta en un cambio en las relaciones en el otro punto de equilibrado, y viceversa. Debido a la previsibilidad del comportamiento del sistema con un ajuste de la masa de equilibrado dado por la posicionabilidad de la masa de equilibrado de acuerdo con la invención, es posible controlar incluso tales situaciones de equilibrio complejas y establecer el vector de equilibrio total en forma rápida y automática de modo específico.

- 5 En una realización preferida adicional de la invención, un dispositivo de proceso está integrado en el dispositivo de equilibrado, que está diseñado al menos para llevar a cabo al menos una parte del proceso de equilibrado que implica el dispositivo de equilibrado en función de las señales y/o datos relacionados con el desequilibrio medido. Como resultado, con respecto a los procesos requeridos para este propósito, el propio dispositivo de equilibrado está en condiciones de llevar a cabo al menos parte del proceso de equilibrado requerido. Este aspecto del equilibrado es el tema de otra solicitud de patente de la solicitante, por lo que no se tratará más a fondo.
- 10 El dispositivo de proceso está especialmente diseñado, además, para registrar, procesar y/o almacenar datos y/o señales y/o ejecutar procesos que no se relacionan con el proceso de equilibrado. Como resultado, una infraestructura que se requiere de todos modos para el proceso de equilibrado se puede usar para otros propósitos.
- 15 En el sistema de equilibrado según la invención, puede preverse que se proporcione un dispositivo de control externo para controlar un proceso de equilibrado del dispositivo de equilibrado y/o para comunicarse con un dispositivo de proceso integrado en el dispositivo de equilibrado. Este dispositivo de control externo también puede servir para suministrar energía al dispositivo de equilibrado y/o para comunicarse con un control de máquina de nivel superior.
- 20 Preferiblemente, se proporciona un dispositivo de transmisión sin contacto para suministrar energía al dispositivo de equilibrado y/o para la comunicación entre un dispositivo de control externo y un dispositivo de proceso integrado en el dispositivo de equilibrado. Dicha transmisión sin contacto es conocida per se, por lo que no es necesario analizarla más adelante.
- 25 El sistema de equilibrado puede comprender una pluralidad de medios de equilibrado adaptados para estar dispuestos en ubicaciones separadas a lo largo del eje de rotación de la unidad para realizar un equilibrado de múltiples niveles. Por lo tanto, para el equilibrado de múltiples niveles importante en la práctica, también se pueden prever una pluralidad de dispositivos de equilibrado, y como ya se mencionó anteriormente, también es posible proporcionar para este propósito un único dispositivo de equilibrado que comprenda una pluralidad de disposiciones de masa de equilibrado, que están espaciadas axialmente.
- 30 En el método de equilibrado de acuerdo con la invención, se prevé en particular que el método, incluyendo la comprensión de la masa de equilibrado, se lleve a cabo mientras la unidad está girando. Preferiblemente, el equilibrado se realiza en la unidad de rotación de velocidad operativa o nominal.
- 35 La invención también se refiere a una unidad giratoria durante el funcionamiento, en particular un eje de una máquina herramienta, con al menos un dispositivo de equilibrado del tipo especificado aquí o con un sistema de equilibrado del tipo especificado aquí.
- 40 Además, la invención se refiere a una máquina-herramienta con al menos un dispositivo de equilibrado del tipo especificado aquí o con un sistema de equilibrado del tipo especificado aquí.
- La invención se describirá ahora a modo de ejemplo con referencia a los dibujos. En ellos, muestran:
- 45 La figura 1 muestra esquemáticamente una realización de un sistema de equilibrado según la invención en una unidad giratoria durante el funcionamiento, la figura 2 muestra esquemáticamente una realización de una parte de un dispositivo de posicionamiento de acuerdo con la invención, y las figuras 3a y 3b muestran esquemáticamente dos posibilidades para llevar a cabo un equilibrado de
- 50 múltiples niveles.
- La figura 1 muestra esquemáticamente en un plano perpendicular al eje de rotación 45, un husillo 11 de una máquina-herramienta. El sistema de equilibrado de acuerdo con la invención, que se discutirá con más detalle a continuación, es básicamente utilizable junto con cualquier unidad giratoria para ser equilibrado. Aunque la unidad a equilibrar se denomina a continuación como husillo 11, en la práctica, el sistema general es generalmente relevante, que además del husillo comprende la herramienta unida al husillo, por ejemplo una muela, el cojinete del husillo y una o más bridas receptoras. Por lo tanto, si a continuación se menciona el eje 11 como una unidad por equilibrar, entonces esto debe entenderse en cada caso una disposición general por equilibrar, relevante en la práctica.
- 55 La figura 1 muestra esquemáticamente en un plano perpendicular al eje de rotación 45, un husillo 11 de una máquina-herramienta. El sistema de equilibrado de acuerdo con la invención, que se discutirá con más detalle a continuación, es básicamente utilizable junto con cualquier unidad giratoria para ser equilibrado. Aunque la unidad a equilibrar se denomina a continuación como husillo 11, en la práctica, el sistema general es generalmente relevante, que además del husillo comprende la herramienta unida al husillo, por ejemplo una muela, el cojinete del husillo y una o más bridas receptoras. Por lo tanto, si a continuación se menciona el eje 11 como una unidad por equilibrar, entonces esto debe entenderse en cada caso una disposición general por equilibrar, relevante en la práctica.
- 60 En la práctica, el husillo 11 es parte de una máquina-herramienta, que está asignada a un control de máquina de nivel superior 29. El control de la máquina 29 se comunica en la realización ilustrada con un dispositivo de control externo 25, que forma parte de un sistema de equilibrado de acuerdo con la invención. El alcance de las tareas asumidas por el controlador externo 25 puede variar dentro del alcance de la invención. Por ejemplo, se puede prever que los cálculos requeridos sean realizados por el dispositivo de control externo 25 para el posicionamiento de las masas de equilibrado, como se explicará con mayor detalle a continuación. Sin embargo, es posible que dichos cálculos y otras tareas se realicen mediante un dispositivo de proceso 21 integrado en el dispositivo de
- 65 equilibrado y que gira durante la operación.

En el caso del dispositivo de control 25 se trata de un componente "externo" en el sentido de que el dispositivo de control 25 no es parte del sistema giratorio, sino que está asignado al lado estacionario.

5 El sistema de equilibrado de acuerdo con la invención comprende además un dispositivo de equilibrado que está integrado en el husillo en la realización de ejemplo mostrada aquí y también se denomina a continuación como un cabezal de equilibrado. Como ya se mencionó, un diseño de este tipo del dispositivo de equilibrado no es obligatorio, pero la invención también incluye dispositivos de equilibrado que cooperan de diferentes maneras con la unidad giratoria respectiva, por ejemplo, dispositivos de equilibrado conectables o anillos de equilibrado que encierran la
10 unidad giratoria respectiva o un componente del mismo en el centro. Dichos anillos de equilibrado no necesitan tener la forma de un anillo cerrado. En principio, es posible proporcionar dichos dispositivos de equilibrado en forma de segmentos anulares que, por ejemplo, tienen una estructura aproximadamente en forma de C.

15 La fuente de alimentación del dispositivo de equilibrado integrado en el eje 11 y la comunicación entre el dispositivo de control externo 25 y el dispositivo de equilibrado, en particular integrado en el dispositivo de proceso del dispositivo de equilibrado 21 se realiza mediante un dispositivo de transmisión sin contacto 27. Como se indica por medio de ambas líneas provistas de símbolos de flecha dirigidas en forma opuesta, mediante el dispositivo de transmisión 27 es posible una comunicación bidireccional con el dispositivo de equilibrado integrado en el husillo 11. Esto abre una variedad de aplicaciones que aún no se han realizado en relación con los dispositivos de equilibrado.

20 El dispositivo de equilibrado integrado aquí en el husillo 11 comprende el dispositivo de proceso integrado 21 mencionado anteriormente y dos masas de equilibrado 13 móviles en una trayectoria circular alrededor del eje de rotación 45, a cada una de las cuales se asigna un motor eléctrico 15 como unidad de accionamiento con un engranaje correspondiente 47. La representación de la disposición de estos componentes en la Fig. 1 debe entenderse de forma puramente esquemática. Como ya se mencionó, por ejemplo, en relación con las masas de equilibrado 13, las masas de equilibrado 13 pueden estar separadas en la dirección axial o pueden tener la misma
25 posición axial en diferentes posiciones radiales.

30 Con el fin de una integridad, debe mencionarse que, en principio, sólo se puede proporcionar una única masa de equilibrado ajustable, que se puede ajustar no sólo en la dirección circunferencial, sino también en la dirección radial, para poder ajustar el vector de equilibrio requerido respectivamente en términos de dirección y magnitud.

Además, el dispositivo de equilibrado comprende un dispositivo de posicionamiento 17, del cual se muestra aquí un portador de código 19 diseñado como una tira anular cerrada. El dispositivo de posicionamiento 17 se explicará con
35 más detalle a continuación en relación con la Fig. 2.

40 El anillo de código 19 que se muestra aquí se asigna a una de las masas de equilibrio 13 y se puede girar junto con esta masa de equilibrado 13 alrededor del eje de rotación 45. Un movimiento de ajuste de la masa de equilibrado 13 por medio del motor eléctrico asociado 15 da como resultado un movimiento del anillo de código 19, en relación con un lector de código 37 (ver Fig. 2), que conduce a un cambio del código de posición legible.

45 La otra masa de equilibrado 13 también está asociada con un anillo de código correspondiente, no mostrado, que se puede mover junto con esta masa de equilibrado 13. Las dos masas de equilibrio 13 y, por lo tanto, los dos anillos de código 19 son móviles independientemente uno del otro, es decir, los motores eléctricos 15 son controlables independientemente, de modo que las dos masas de equilibrio 13 pueden ajustarse independientemente una de otra en una posición predeterminada respectiva.

50 El sistema de equilibrado de acuerdo con la invención comprende además un dispositivo de medición 23, por ejemplo un sensor de vibración, que sirve para determinar un desequilibrio U existente. La forma de realización del dispositivo de medición 23 es básicamente arbitraria.

Además, el sistema de equilibrado comprende un transmisor de señal rotativo que proporciona un valor que representa la velocidad de rotación del husillo giratorio.

55 La Fig. 1 también muestra un dispositivo de medición 35, por ejemplo, un sensor de temperatura, que no es una parte obligatoria del sistema de equilibrado de acuerdo con la invención. Este sensor 35 ilustra una peculiaridad del dispositivo de equilibrado según la invención, que consiste en que el dispositivo de proceso integrado 21 no sólo realiza tareas relacionadas con el proceso de equilibrado, sino que además está en condiciones de cumplir funciones de no equilibrado. Esto se discutirá con más detalle a continuación.

60 El sensor de vibración 23, el transmisor de señal rotativo 49 y el sensor 35 pueden comunicarse, como lo indican las líneas discontinuas, con el dispositivo de control externo 25, que proporciona la adquisición de datos, la preparación de señales y el procesamiento de señales necesarios para controlar al menos una parte sustancial del proceso de equilibrado sobre la base de esta información. De modo alternativo, se puede prever que los componentes mencionados estén conectados directamente al dispositivo de proceso 21 integrado en el dispositivo de equilibrado, de modo que no se requiera la transmisión de la información al dispositivo de control externo 25. En particular, en
65

- este caso, el dispositivo de proceso integrado 21 está provisto de un dispositivo de detección y procesamiento, con el cual las señales y/o datos entrantes pueden ser detectados y procesados. De esta manera, el dispositivo de equilibrado en el eje 11 integrado debido a su dispositivo de proceso integrado 21 aquí está por sí mismo en condiciones de obtener o generar la información necesaria como la base para el control del proceso de equilibrado.
- 5 A este respecto, en el caso del dispositivo de equilibrado se trata de un dispositivo de equilibrado "inteligente" que no recibe sólo señales de control generadas externamente para los motores eléctricos 15 de las masas de equilibrado 13.
- Además, el dispositivo de proceso 21 integrado en el dispositivo de equilibrado está provisto de un dispositivo de memoria 33 en esta realización de ejemplo. Como resultado, el dispositivo de proceso 21 puede almacenar básicamente cualquier dato que puede relacionarse con el proceso de equilibrado, pero esto no es absolutamente necesario. Los datos que deben almacenarse pueden relacionarse, por ejemplo, con la operación y/o el estado del husillo 11 o de la herramienta conectada al husillo 11, también con respecto a aspectos que están fuera del equilibrado. El dispositivo de proceso 21 y, por lo tanto, el dispositivo de equilibrado integrado aquí en el husillo 11 sirven como un "tacógrafo" o "registrador de datos" para básicamente cualquier información.
- 10
- 15
- También es posible almacenar en la memoria de datos 33, por ejemplo, la confiabilidad o un uso adecuado de los datos relacionados con la herramienta respectiva. Por ejemplo, las muelas abrasivas tienen una velocidad máxima permitida que se acerca a la muela abrasiva debido a su desgaste operativo durante la operación, ya que la velocidad periférica efectiva de la muela abrasiva en la pieza de trabajo debe permanecer lo más constante posible. Al informar a todo el sistema sobre dichos datos de seguridad u operativamente relevantes por medio del dispositivo de almacenamiento 33 del dispositivo de proceso 21, esta información se puede tener en cuenta automáticamente durante la operación. Esta supervisión, una vez que se cumple la condición, puede desencadenar una respuesta predeterminada, por ejemplo, generar una señal de advertencia.
- 20
- 25
- Para llevar a cabo el proceso de equilibrado, en la realización ejemplar descrita aquí, se determina primero de todo el desequilibrio U existente del husillo 11 o del sistema global giratorio que comprende el husillo 11 y en particular la herramienta respectiva. Ya sea por medio del dispositivo de control externo 25 o el dispositivo de proceso 21 integrado en el dispositivo de equilibrado, las señales teóricas para las dos masas de equilibrado 13 se calculan a partir del desequilibrio medido U. Para cada posicionamiento de las dos masas de equilibrado 13, se sabe cómo los dos vectores de equilibrado parcial W se suman al vector de equilibrado resultante B, de modo que esas posiciones teóricas para las dos masas pueden calcularse a partir del desequilibrio U conocido por la medición con respecto a la dirección y la magnitud que resultan en el vector de equilibrio deseado W que compensa el desequilibrio U.
- 30
- 35
- Las posiciones en las que se ubican las masas de equilibrado 13 tanto cuando el sistema está encendido como durante el proceso de ajuste son claramente identificables debido al dispositivo de posicionamiento 17. A partir de estas posiciones reales singularmente identificables de las masas de equilibrado 13 y las posiciones teóricas calculadas previamente, se pueden calcular las trayectorias de ajuste requeridas para las masas de equilibrado 13.
- 40
- La Fig. 2 muestra un portador de código anular 19 que presenta segmentos magnetizados circunferencialmente. El código binario realizado de este modo se puede leer por medio de un lector de códigos 37, que tiene un diseño anular correspondiente al portador de códigos 19 y comprende una pluralidad de sondas 51 distribuidas en la dirección circunferencial.
- 45
- 50
- Durante un movimiento de ajuste de la masa de equilibrado 13 respectiva (ver Fig. 1), el portador de código 19 se gira con respecto al lector de código 37, que está dispuesto en el estado montado coaxial entre sí y con una pequeña distancia axial entre sí. La característica esencial de este dispositivo de posicionamiento es que, debido al uso de este principio del código Gray de una pista, los códigos sucesivos adyacentes, es decir, con una rotación sucesiva del lector de código 19 en relación con el lector de código 37, difieren sólo en un bit entre sí. La resolución espacial del dispositivo de posicionamiento está determinada por el número de regiones de magnetización del portador de código 19 y los sensores 51 del lector de código 37.
- 55
- En la práctica, se pueden lograr resoluciones espaciales con varios miles de posiciones de rotación en un ángulo de 360° sin problemas.
- 60
- En este punto, debe observarse que la interacción de los segmentos magnetizados de un anillo circular con una disposición correspondiente de las sondas Hall es sólo un ejemplo del uso del principio del código Gray. A este respecto, básicamente es posible cualquier configuración deseada del dispositivo de posicionamiento. El uso del principio del código Gray en sí no es obligatorio.
- 65
- Las Figs. 3a y 3b muestran dos variantes posibles para llevar a cabo un equilibrado de múltiples niveles de una unidad rotativa 11, por ejemplo, una muela abrasiva relativamente ancha.
- Para poder equilibrar en los planos de compensación 43 separados en la dirección axial, según la Fig. 3a, se pueden usar dos dispositivos de equilibrio separados 39, que están separados en la dirección axial y, por ejemplo, montados en la unidad giratoria 11, respectivamente.

5 Alternativamente, según la Fig. 3b, se puede prever un único dispositivo de equilibrado 39, que tiene dos regiones de equilibrado espaciadas axialmente 41, en donde al menos una masa de equilibrado está dispuesta en cada región de equilibrado 41. También de esta manera se puede equilibrar con un solo dispositivo de equilibrado 39 en dos planos de equilibrado espaciados axialmente 43.

La elección entre estas dos variantes de acuerdo con las Figs. 3a y 3b se realiza en particular en función de las dimensiones axiales de la unidad rotativa de equilibrado 11.

10 Listado de signos de referencia

11	unidad rotativa
13	masa de equilibrado
15	unidad de accionamiento, motor eléctrico
17	dispositivo de posicionamiento
15	19 portador de código
	21 dispositivo de proceso
	23 dispositivo de medición, sensor de vibración
	25 dispositivo de control externo
	27 dispositivo de transmisión
20	29 control de la máquina
	31 dispositivo de detección y procesamiento
	33 dispositivo de almacenamiento
	35 dispositivo de medición, sensor
	37 lector de código
25	39 dispositivo de equilibrado
	41 región de equilibrado
	43 nivel de compensación
	45 eje de referencia/eje de rotación
	47 engranajes
30	49 transmisor de señal rotativo
	51 sondas Hall/sensores
	U desequilibrio
	W efecto de equilibrado
35	B vector de equilibrado resultante

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de equilibrado, en particular cabezal de equilibrado o anillo de equilibrado, para un sistema de equilibrado electromecánico para unidades giratorias (11), en particular para husillos de máquinas-herramienta, con al menos una masa de equilibrado (13) que es ajustable para compensar un desequilibrio (U) de la unidad (11), una unidad de accionamiento (15), en particular un motor eléctrico, para ajustar la masa de equilibrado (13), y un dispositivo de posicionamiento (17), mediante el cual está predeterminada una pluralidad de posiciones de rotación, en la cual la masa de equilibrado (13) es ajustable, en donde el dispositivo de posicionamiento (17) comprende un dispositivo (19, 37) que rota en funcionamiento con la unidad (11) para medir las posiciones de rotación, por lo que en cada caso la posición de rotación absoluta de la masa de equilibrado (13) es predeterminada o determinable en un sistema de coordenadas fijo con respecto al dispositivo de equilibrado, **caracterizado por que** el dispositivo giratorio (19, 37) comprende dos componentes relativamente giratorios (19, 37), en donde un movimiento de ajuste de la masa de equilibrado (13) está asociado con un movimiento de rotación de un componente (19) con respecto al otro componente (37), y en donde por la posición relativa de los dos componentes (19, 37), la posición rotacional absoluta de la masa de equilibrado (13) es predeterminada o determinable.
- 10 2. Dispositivo de equilibrado según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el dispositivo de equilibrado se puede integrar en la unidad (11), se puede acoplar a la unidad (11) y/o se puede montar alrededor de la unidad (11).
- 15 3. Dispositivo de compensación según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado por que**, para las posiciones de rotación en cada caso, es conocido o determinable el efecto de equilibrado (W) de la masa de compensación (13) que se halla en la posición de rotación en cuestión y/o para cada cambio en la posición de rotación de la masa de equilibrado (13) el cambio resultante del efecto de equilibrio (W) de la masa de equilibrado (13).
- 20 4. Dispositivo de equilibrado según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** las posiciones de rotación están codificadas y son legibles por medio de un lector de códigos (37), y/o las posiciones de rotación están codificadas de acuerdo con el principio del código Gray, en particular según el principio de código de Gray de una pista.
- 25 5. Dispositivo de equilibrado según la reivindicación 4, **caracterizado por que** un movimiento de ajuste de la masa de equilibrado (13) está asociado con un movimiento de un portador de código (19) en relación con un lector de código (37), lo que da como resultado un cambio del código de posición giratorio legible, en donde en particular el portador de código (19) comprende al menos una, en particular exactamente una, pista de código anular.
- 30 6. Dispositivo de equilibrado según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el dispositivo de equilibrado comprende una pluralidad de masas de equilibrado (13), en particular exactamente dos masas de equilibrado (13), en las que las masas de equilibrado (13) son ajustables independientemente.
- 35 7. Dispositivo de equilibrado según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** para llevar a cabo un equilibrado de múltiples niveles, el dispositivo de equilibrado comprende al menos dos disposiciones ubicadas en espacios separados a lo largo de un eje del dispositivo de equilibrado de al menos una masa de equilibrado (13).
- 40 8. dispositivo de equilibrado según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** se prevé un dispositivo de proceso (21) integrado en el proceso de equilibrado, que está al menos diseñado para realizar, en función de señales y/o datos relacionados con un desequilibrio medido (U), al menos una parte de un proceso de equilibrado que incluye el dispositivo de equilibrado, en donde en particular el dispositivo de proceso (21) está diseñado adicionalmente para adquirir, procesar y/o almacenar datos y/o señales y/o ejecutar procesos que no están relacionados con el proceso de equilibrado.
- 45 9. Dispositivo de equilibrado, en particular cabezal de equilibrado o anillo de equilibrado, para un sistema de equilibrado electromecánico para unidades giratorias (11), en particular para husillos de máquinas herramienta, con al menos una masa de equilibrado (13) que es ajustable para compensar un desequilibrio (U) de la unidad (11), una unidad de accionamiento (15), en particular un motor eléctrico, para ajustar la masa de equilibrado (13), y un dispositivo de posicionamiento (17), mediante el cual está predeterminada una pluralidad de posiciones de rotación, en la cual la masa de equilibrado (13) es ajustable, en donde el dispositivo de posicionamiento (17) comprende un dispositivo (19, 37) que gira en funcionamiento con la unidad (11) para medir las posiciones de rotación, por lo que en cada caso la posición de rotación absoluta de la masa de equilibrado (13) es predeterminada o determinable en un sistema de coordenadas fijo respecto del dispositivo de equilibrado, **caracterizado por que** el dispositivo para medir las posiciones de rotación comprende un imán permanente y un sensor, en donde el imán permanente está dispuesto en forma giratoria con respecto al sensor, y en donde el sensor está en condiciones de medir la posición de rotación del imán permanente, en especial con una resolución claramente por debajo de 1°, en donde un movimiento de ajuste de la masa de equilibrado (13) está asociada con un movimiento giratorio del imán permanente con respecto al sensor, y en donde por la posición relativa del imán permanente con respecto al sensor, la posición de rotación absoluta de la masa de equilibrado (13) es predeterminada o determinable.
- 50 55 60 65

- 5 10. Sistema de equilibrado electromecánico para unidades giratorias (11), en particular para husillos de máquinas-herramienta, con al menos un dispositivo de equilibrado integrado en una unidad (11), unido a una unidad (11) y/o montado alrededor de una unidad (11) según una de las reivindicaciones precedentes, y un dispositivo de medición (23) para determinar un desequilibrio de la unidad (11), en donde se prevé un dispositivo de control externo (25) en particular para controlar un proceso de equilibrado del dispositivo de equilibrado y/o para la comunicación con un dispositivo de proceso (21) integrado en el dispositivo de equilibrado.
- 10 11. Sistema de equilibrado según la reivindicación 10, **caracterizado porque** para suministrar energía al dispositivo de equilibrado y/o para la comunicación entre un dispositivo de control externo (25) y un dispositivo de proceso (21) integrado en el dispositivo de equilibrado se prevé un dispositivo de transmisión sin contacto (27), y/o por que un dispositivo de control externo (25) y/o un dispositivo de proceso (21) integrado en el dispositivo de equilibrado está diseñado, en particular automáticamente, para calcular una posición de rotación nominal para la masa de equilibrado (13) a partir de un desequilibrio medido (U) de la unidad (11), en la que la masa de equilibrado (13) compensa el desequilibrio (U), y para ajustar la masa de equilibrado (13) en la posición de rotación deseada.
- 15 12. Sistema de equilibrado según la reivindicación 10 u 11, **caracterizado por que** para llevar a cabo un equilibrado de múltiples niveles se prevé una pluralidad de dispositivos de equilibrado, que están diseñados para estar dispuestos en ubicaciones separadas a lo largo del eje de rotación de la unidad (11).
- 20 13. Unidad giratoria durante el funcionamiento (11), en particular husillo de una máquina-herramienta, con al menos un dispositivo de equilibrado según una de las reivindicaciones 1 a 9 o con un sistema de equilibrado según una de las reivindicaciones 10 a 12, y/o máquina-herramienta con al menos un dispositivo de equilibrado según una de las reivindicaciones 1 a 9 o con un sistema de equilibrado según una de las reivindicaciones 10 a 12.
- 25 14. Un método para el equilibrado, en particular automático, de unidades giratorias (11), en particular husillos de máquinas-herramienta, por medio de al menos un dispositivo de equilibrado integrado en la unidad (11), unido a la unidad (11) y/o montado alrededor de la unidad (11) según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que se mide un desequilibrio (U) de la unidad (11), a partir del desequilibrio medido (U), se calcula una posición de giro teórica de la masa de equilibrado (13), en donde la masa de equilibrado (13) compensa el desequilibrio (U), la masa de equilibrado (13) se ajusta a la posición de rotación teórica, y en donde, en cada caso, la posición de rotación absoluta de la masa de equilibrado (13) está predeterminada o se determina en el sistema de coordenadas fijo respecto del dispositivo de equilibrado.
- 30 15. El método según la reivindicación 14, **caracterizado por que** el procedimiento que incluye el ajuste de la masa de equilibrado (13) se realiza con la unidad giratoria (11), en particular a la velocidad de operación, y/o por que, para realizar un equilibrio de múltiples niveles, el procedimiento se lleva a cabo por medio de al menos dos dispositivos de equilibrado dispuestos en lugares separados entre sí a lo largo del eje de rotación de la unidad (11) o disposiciones integradas en un dispositivo de equilibrado de al menos una masa de equilibrado (13).
- 35

