

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 712 078**

51 Int. Cl.:

B23P 9/02 (2006.01)
B24B 39/02 (2006.01)
F16C 9/04 (2006.01)
F16C 33/14 (2006.01)
F16C 33/08 (2006.01)
B21C 37/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.09.2016** E 16187278 (3)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2019** EP 3147071

54 Título: **Procedimiento de calibración y dispositivo de calibración**

30 Prioridad:

22.09.2015 DE 102015116005

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

09.05.2019

73 Titular/es:

**ALFING KESSLER SONDERMASCHINEN GMBH
(100.0%)
Auguste-Kessler-Strasse 20
73433 Aalen, DE**

72 Inventor/es:

KOCH, THOMAS

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 712 078 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

Procedimiento de calibración y dispositivo de calibración

5 El invento trata de un dispositivo de calibración para calibrar una abertura de cojinete de una pieza de trabajo, en particular un componente del motor, de acuerdo con el término genérico de la reivindicación 1. El invento trata además de un procedimiento de calibración de acuerdo con el término genérico de la reivindicación 14. Tal calibración, así como el dispositivo y un procedimiento de calibración para calibrar la abertura de un cojinete de una pieza de trabajo provienen por ejemplo, a partir del documento DE 10 2011 001492 A1. El documento EP 2 923 793
10 A1, titulado Artículo 54 (3) EPÜ, describe un dispositivo de calibración adicional o un procedimiento para calibrar la abertura de un cojinete de una pieza de trabajo.

Los procedimientos de calibración conocidos son adecuados, por ejemplo, para calibrar manguitos de cojinetes o casquillos de cojinetes de una biela, es decir, para ajustar con precisión la circunferencia interior de la abertura de
15 cojinete y al mismo tiempo presionar el casquillo del cojinete radialmente hacia afuera para que quede firmemente asentado en un orificio, por ejemplo, el ojal pequeño o grande de la biela. En el caso más simple, por ejemplo, una esfera como herramienta de calibración es empujada a través de un casquillo o manguito de cojinete incorporado. El diámetro exterior de la herramienta de calibración es más grande que el diámetro interior del cojinete. Esa o una herramienta de calibración también se introducen varias veces en el casquillo del cojinete. Durante la calibración, se
20 produce una deformación radial y axial del casquillo del cojinete, en particular las superficies de contacto para el contorno de calibración del cuerpo de calibración, de manera que el material del casquillo del cojinete se comprime y, además, éste se asienta más firmemente en el orificio de la pieza de trabajo, por ejemplo de la biela. Por lo general, los contornos interiores de cojinete idénticos son procesados siempre uno tras otro con la misma herramienta de calibración. Como regla general, las series de piezas de trabajo completas se calibran de forma
25 idéntica. Sin embargo, se pueden producir ciertas fluctuaciones en la serie, por lo que las piezas de trabajo presentan diferentes contornos interiores de cojinete, por ejemplo, diámetro más grande o más pequeño. En este punto, se debe tener en cuenta que estas desviaciones son muy pequeñas en la práctica, pero definitivamente pueden llevar a que la herramienta de calibración o la pieza de trabajo sufran daños. También es posible que el resultado de la calibración no sea óptimo. A partir del documento US 2013/0204422 A1 se conoce un sistema de
30 procesamiento con una herramienta de procesamiento para procesar piezas de trabajo, como aberturas de piezas de trabajo frías y/o para la instalación de elementos expandibles en orificios.

Por lo tanto, el objetivo del presente invento consiste en proporcionar un dispositivo de calibración optimizado y un
35 procedimiento de calibración optimizado.

Este objetivo se logra mediante un dispositivo de calibración que presenta las características de la reivindicación 1 y por un procedimiento de calibración que presenta las características de la reivindicación 14.

En las reivindicaciones dependientes se pueden encontrar modelos de calibración favorables del invento.

40 Para resolver el problema en un dispositivo de calibración del tipo mencionado anteriormente, está previsto que tenga un dispositivo de medición de fuerza para detectar una fuerza de calibración que actúa sobre la pieza de trabajo durante la calibración, en particular el contorno interior de cojinete, y un dispositivo de control para controlar el posicionamiento del dispositivo en función de la fuerza de calibración.

45 La fuerza de calibración es por ejemplo, una de las fuerzas paralelas de la vía de calibración. La fuerza de calibración corresponde, por ejemplo, a una fuerza de avance que se requiere para avanzar la herramienta de calibración a través de la abertura de cojinete.

50 La fuerza de calibración puede ser, por ejemplo, la fuerza motriz que se requiere para el movimiento de avance del dispositivo de posicionamiento. Es favorablemente posible capturar un amperaje de una corriente necesaria para energizar un motor de accionamiento de un dispositivo de posicionamiento. La intensidad de la corriente constituye de manera conveniente una medida o equivalente para la fuerza motriz necesaria durante la calibración y, por lo tanto, para la fuerza de calibración.

55 Pero también es posible una así llamada medición de fuerza real, es decir, por ejemplo, se detecta una fuerza de soporte como fuerza de calibración que actúa sobre la herramienta de calibración o sobre un soporte de la pieza de trabajo para sostener la pieza de trabajo. Cuando la herramienta de calibración actúa sobre la pieza de trabajo, la pieza de trabajo debe ser soportada. La fuerza requerida para esto puede ser un equivalente o la medida para la
60 fuerza de calibración.

Además, es posible que la herramienta de calibración esté dispuesta en un portaherramientas. Por ejemplo, es posible detectar la fuerza que se produce entre la herramienta de calibración y el portaherramientas durante el

- proceso de calibración como una medida o equivalente para la fuerza de calibración, por ejemplo, mediante un extensómetro capacitivo o similar. Por lo tanto, el dispositivo de medición está dispuesto, por ejemplo, entre la herramienta de calibración y el portaherramientas. Además, el dispositivo de medición también puede estar dispuesto entre el portaherramientas y un componente de accionamiento del dispositivo de posicionamiento, por ejemplo un alojamiento para el portaherramientas. Las fuerzas que se producen entre el componente de accionamiento y el portaherramientas o el componente de accionamiento y la herramienta de calibración pueden detectarse mediante un dispositivo de medición dispuesto de forma correspondiente, de modo que el dispositivo de medición puede determinar la fuerza de calibración.
- Convenientemente, el dispositivo de calibración tiene medios de visualización ópticos y/o acústicos para la fuerza de calibración, en particular cuando se excede y/o no se alcanza la fuerza de calibración.
- El dispositivo de control está diseñado convenientemente para verificar la fuerza de calibración en base de un umbral mínimo y/o un umbral máximo. Dependiendo de si se excede o no se alcanza un valor umbral respectivo por medio de la fuerza de calibración, el dispositivo de control por ejemplo, puede cambiar el movimiento de avance, por ejemplo, parando, dando marcha atrás o similar. Pero también es una medida favorable la salida de señales de advertencia u otra información en los medios de visualización convenientemente presentes, sobre si se han excedido o no se han alcanzado los valores umbrales por medio de la fuerza de calibración.
- Además, es posible que el dispositivo de control esté diseñado para comparar un recorrido de la fuerza de calibración con un recorrido predeterminado. Por ejemplo, es posible que la fuerza de calibración aumente y disminuya durante el recorrido de la calibración o similar. Dicho recorrido típico se almacena, por ejemplo, en una memoria del dispositivo de control. Dicho recorrido se puede almacenar, por ejemplo, en una tabla de memoria. Sin más preámbulos, es ventajoso si, por ejemplo, un corredor de tal recorrido se almacena en el dispositivo de control. Si la fuerza de calibración está dentro de este corredor, el dispositivo de calibración puede realizar una calibración completa. Sin embargo, si hay desviaciones, las contramedidas son oportunas, por ejemplo la finalización de la calibración, la emisión de una señal de advertencia y el reemplazo de la herramienta de calibración o similares.
- Por ejemplo, un caso de aplicación relativamente simple puede prever que el dispositivo de control controle el movimiento de avance en una forma predeterminada, en particular que finalice y/o emita una señal de advertencia, en particular una señal de advertencia óptica y/o acústica cuando la fuerza de calibración excede el valor umbral máximo predeterminado. Este valor umbral máximo se puede establecer o parametrizar individualmente para cada abertura de cojinete o componente del motor. Así, por ejemplo, puede evitarse un daño en la abertura de cojinete por medio de un contorno de calibración inadecuado, o cuya circunferencia exterior por ejemplo, es demasiado grande o tiene una geometría inadecuada. De este modo, se evita una asignación defectuosa de la pieza de trabajo, de la herramienta de calibración o del dispositivo de calibración, especialmente cuando se utilizan múltiples herramientas de calibración.
- Pero también es posible que el dispositivo de control emita una señal cuando caiga por debajo de un valor umbral mínimo predeterminado de la fuerza de calibración, indicando que la calibración es insuficiente. También en este caso es posible que el dispositivo de control controle el dispositivo de posicionamiento para detener el movimiento de avance.
- Preferentemente, se describen a continuación las medidas en las cuales el dispositivo de calibración inicia contramedidas en casos de problemas de este tipo, a saber, por ejemplo cuando la fuerza de calibración excede o cae por debajo de un valor umbral.
- Según el invento, el dispositivo de calibración tiene un primer contorno de calibración y un segundo contorno de calibración que están configurados de manera diferente en sus circunferencias exteriores, en particular con respecto a su diámetro. El dispositivo de control está conformado para controlar el dispositivo de posicionamiento en función de la fuerza de calibración para hacer avanzar el primer contorno de calibración y / o el segundo contorno de calibración hacia la abertura de cojinete o a través de la abertura de cojinete. Sin más preámbulos, también se puede proporcionar un tercer contorno de calibración, que también puede ser usado por el dispositivo de control dependiendo de la fuerza de calibración detectada cuando se usa el primer contorno de calibración o el segundo contorno de calibración o ambos.
- La abertura de cojinete se puede proporcionar, por ejemplo, en la propia pieza de trabajo o en un cuerpo base de la pieza de trabajo. Sin embargo, la abertura de cojinete se proporciona preferentemente en un manguito que se aloja en un alojamiento del cojinete de la pieza de trabajo.
- Si, por ejemplo, el primer contorno de calibración tiene un diámetro demasiado pequeño y/o un área de sección transversal demasiado pequeña transversalmente a la vía de calibración y/o una geometría circunferencial exterior inadecuada, puede por ejemplo, deslizarse a través de la abertura de cojinete sin desplegar un efecto de calibración

suficiente. Entonces la fuerza de calibración es baja o incluso cero. Esto evalúa el dispositivo de control y se encarga de que el dispositivo de posicionamiento utilice el segundo contorno de calibración que, por ejemplo, tiene una geometría periférica exterior adecuada y/o una sección transversal adecuada y / o un diámetro adecuado, es decir, es adecuado para la calibración. Sin embargo, también puede ser que, por ejemplo, se determine durante la medición de la fuerza que el primer contorno de calibración requeriría una fuerza de calibración demasiado grande, por ejemplo porque su circunferencia exterior tiene un diámetro demasiado grande y / o una geometría inadecuada, el cual por así decirlo no encastra en el contorno interior de cojinete ni en la abertura de cojinete. Entonces el dispositivo de control utiliza por ejemplo, el segundo contorno de calibración apropiado. Sin más preámbulos, también es posible en este caso que, incluso si el segundo contorno de calibración no es apropiado, se mueva un tercer contorno de calibración u otros más a través del dispositivo de calibración pasando por la abertura de cojinete o al menos se intente calibrar la abertura de cojinete con este tercer contorno de calibración o mediante otros más. También en estos intentos adicionales se lleva a cabo favorablemente de acuerdo con el invento, una medición de fuerza de la fuerza de calibración.

El primer contorno de calibración y al menos un segundo o más contornos de calibración están dispuestos de manera conveniente en un portaherramientas común. El portaherramientas tiene, por ejemplo, una forma similar a una varilla. El portaherramientas se extiende convenientemente a lo largo de la vía de calibración. Un eje central del portaherramientas es convenientemente idéntico a la vía de calibración.

En un modelo de fabricación del invento se prevé que el primer contorno de calibración y al menos un segundo contorno de calibración estén dispuestos separados en el portaherramientas. El dispositivo de calibración es favorablemente capaz de poder encastrar el primer portaherramientas y por lo tanto el primer contorno de calibración o el segundo portaherramienta y con ello el segundo contorno de calibración en la abertura de cojinete, en función de la fuerza de calibración respectiva que se produce cuando se usa un portaherramientas respectivo con el primer contorno de calibración o al menos un segundo contorno de calibración.

El dispositivo de posicionamiento está diseñado convenientemente para avanzar el primer contorno de calibración y al menos un segundo contorno de calibración hacia la abertura de cojinete desde el mismo lado o desde los lados opuestos.

Por ejemplo, el primer contorno de calibración y al menos un segundo contorno de calibración están dispuestos en uno y el mismo portaherramientas, que se puede mover hacia el interior de la abertura de cojinete mediante el dispositivo de posicionamiento. También es posible que se proporcionen dos portaherramientas en cada uno de los cuales uno de los contornos de calibración está dispuesto de modo que los dos portaherramientas puedan moverse hacia el interior de la abertura de cojinete desde lados opuestos. Sin embargo, dos de estos portaherramientas también pueden estar dispuestos uno al lado del otro, por ejemplo, cada uno encima de un portaherramientas para la pieza de trabajo, de modo que el dispositivo de posicionamiento posiciona el portaherramientas adecuado respectivo por encima de la abertura de cojinete, por ejemplo mediante un movimiento transversal transversalmente a la vía de calibración, y luego desplazando éste dentro la abertura de cojinete por medio del movimiento de avance. Los dos portaherramientas también pueden proporcionarse a un cambiador de herramientas, que puede formar parte del dispositivo de calibración.

Es posible que varios contornos de calibración estén dispuestos a una distancia longitudinal en el portaherramientas. Por ejemplo, los contornos de calibración a partir de la parte extrema libre del portaherramientas, que son encastrados en la abertura de cojinete de la pieza de trabajo, pueden tener superficies de sección transversal crecientes o diámetros crecientes en su circunferencia exterior. Por ejemplo, puede estar conformada una estructura a la manera de una tarta tipo árbol. Si los contornos de calibración con diámetro creciente o sección transversal creciente con respecto a la vía de calibración se mueven hacia el interior de la abertura de cojinete, la fuerza de calibración aumenta continuamente. Es posible, por ejemplo, que el dispositivo de control detenga el movimiento de avance cuando se alcanza un umbral predeterminado de la fuerza de calibración, porque entonces los contornos de calibración con una sección transversal suficiente han sido encastrados en la abertura de cojinete.

En éste o también en otros contextos, es ventajoso si el dispositivo de calibración presenta un dispositivo de medición de trayecto para medir una extensión de trayecto del movimiento de avance. Por lo tanto, el dispositivo de calibración o el dispositivo de control del mismo pueden, por ejemplo, detener el movimiento de avance, si al menos un contorno de calibración se ha movido a través de una extensión longitudinal completa de la abertura de cojinete.

La medición de la distancia también puede ser utilizada por el dispositivo de control para poner la fuerza de calibración respectiva en una relación con la vía de calibración ya recorrida. Por ejemplo, la fuerza de calibración puede aumentar o disminuir en el transcurso de la calibración o en función de la sección de la abertura de cojinete ya calibrada. Si el dispositivo de control sabe, por así decirlo, dónde está la herramienta de calibración respectiva y el contorno de calibración, éste puede determinar favorablemente dependiendo de esto, si el valor respectivo de la

fuerza de calibración se encuentra dentro de un corredor predeterminado, por ejemplo, dentro de valores umbrales predeterminados.

5 Como ya se mencionó anteriormente, es ventajoso que el primer contorno de calibración y al menos un segundo contorno de calibración tenga una distancia longitudinal con respecto a la vía de calibración. Esta distancia longitudinal puede, por ejemplo, deberse al hecho de que los dos contornos de calibración están dispuestos en lados de la pieza de trabajo contrapuestos. Además, es posible que los contornos de calibración estén dispuestos en un portaherramientas común, presentando éstos una distancia longitudinal en el portaherramientas con respecto a la vía de calibración.

10 El primer contorno de calibración y al menos un segundo contorno de calibración pueden estar en la misma herramienta de calibración o ser un componente de la misma. Pero también es posible que el primer contorno de calibración y al menos un segundo contorno de calibración en herramientas de calibración separadas estén previstos en herramientas de calibración separadas mutuamente o que sean parte de las mismas.

15 Es preferente que el primer contorno de calibración o al menos un segundo contorno de calibración o ambos formen parte de una herramienta de calibración con al menos un contorno de calibración adicional. Las herramientas de calibración están separadas unas de otras. Por ejemplo, una herramienta de calibración respectiva puede tener una pluralidad de contornos de calibración, por ejemplo al menos dos, alineados uno al lado del otro con respecto a la vía de calibración. Estos contornos de calibración pueden diferir, por ejemplo, con respecto a su geometría exterior, su circunferencia exterior o similar. Es conveniente una configuración en la que una herramienta de calibración respectiva que tiene el primer contorno de calibración o el segundo contorno de calibración, presente una pluralidad de contornos de calibración con respecto a la vía de calibración, cuya circunferencia exterior aumenta, por ejemplo, escalonadamente.

20 Por ejemplo, es posible que un contorno de calibración, como se explicará más adelante, sirva para evitar daños en una ranura de aceite u otra hendidura en el contorno interior de cojinete. Para este propósito, el contorno de calibración, por ejemplo con respecto a la vía de calibración, tiene una inclinación diferente a la hendidura del contorno interior de cojinete. Además, es posible que un contorno de calibración sirva como un contorno de apoyo, por ejemplo, cuando la herramienta de calibración penetra en la abertura de cojinete, es decir entonces, no para calibrar a sí mismo, sino más bien, como una especie de contorno de calibración secundario para apoyar un contorno de calibración principal a calibrar realmente.

25 Es preferible que el dispositivo de calibración presente un dispositivo de cambio de herramienta para cambiar la herramienta de calibración o un portaherramientas que soporte la herramienta. También es posible que el dispositivo de posicionamiento esté equipado para cambiar la herramienta de calibración o uno de los portaherramientas que soporta la herramienta de calibración. El dispositivo de control es conveniente para el control del dispositivo de cambio de herramienta y/o del dispositivo de posicionamiento frente a un cambio de herramienta en función de la calibración. Es posible que el dispositivo de posicionamiento recoja por sí mismo la herramienta de calibración desde un receptáculo de herramientas.

30 De este modo es posible, por ejemplo, que el dispositivo de control controle el dispositivo de calibración, por ejemplo el dispositivo de posicionamiento para un cambio de herramienta, si durante una calibración la fuerza de calibración hubiera estado por encima de un valor umbral o por debajo de un valor umbral. Así, por ejemplo, se puede cambiar una herramienta de calibración, lo que a continuación permite una calibración optimizada. Mediante una medición correspondiente de la fuerza de calibración, el dispositivo de calibración puede entonces determinar si la herramienta de calibración sustituida es más adecuada. Sin más, es posible que en esta medición se determine que la fuerza de calibración no está en el marco predefinido, por lo que el dispositivo de control controla el dispositivo de cambio de herramienta y/o el dispositivo de posicionamiento para intercambiar adicionalmente una tercera herramienta de calibración.

35 La vía de calibración es, por ejemplo, un eje de avance lineal o curvo en el que la herramienta de calibración y la pieza de trabajo se mueven entre sí, por ejemplo, la herramienta de calibración con respecto a la pieza de trabajo o viceversa, la pieza de trabajo con respecto a la herramienta de calibración o ambas. La vía de calibración suele ser recta, es decir, se extiende a lo largo de un eje de calibración o conforma un eje de calibración.

40 La abertura de cojinete sirve, por ejemplo, como un casquillo de cojinete para un cojinete de giro y/o para un cojinete de deslizamiento, por ejemplo, de un cigüeñal.

45 La abertura de cojinete está prevista favorablemente en un casquillo del cojinete que está alojado en un alojamiento de cojinete de un cuerpo principal de la pieza de trabajo, en particular de un componente del motor. Un campo de aplicación preferente del invento son componentes del motor, por ejemplo, bielas, carcasa de motor o similares.

Apropiadamente, la abertura de cojinete a calibrar tiene un mismo diámetro o un contorno interior idéntico con respecto a la vía de calibración o su dirección de extensión longitudinal, por lo que es cilíndrica. Preferentemente, la herramienta de calibración es redonda en su circunferencia exterior, es decir, para calibrar una abertura de cojinete, está provista de una circunferencia interior redonda.

5 Preferentemente, el dispositivo de calibración presenta al menos un portaherramientas para portar la herramienta de calibración, estando dispuesta la herramienta de calibración convenientemente de manera liberable en el portaherramientas. No obstante, también es posible que la herramienta de calibración esté dispuesta de manera fija en el portaherramientas. La herramienta de calibración liberable puede intercambiarse en caso de desgaste.
10 También es posible sin más una adaptación a otros contornos de cojinete. El portaherramientas está conformado, por ejemplo, a modo de barra y/o presenta un mandril.

En el portaherramientas pueden estar previstas, por ejemplo, dos o más herramientas de calibración. Por consiguiente, la calibración puede llevarse a cabo, por tanto, en relación con la vía de calibración mediante dos o más herramientas de calibración. Por ejemplo, están dispuestas dos primeras herramientas de calibración la una detrás de la otra en el portaherramientas, de modo que encastran una después de otra con un movimiento lineal del portaherramientas en el interior de la abertura de cojinete o a través de esta en la abertura de cojinete y calibran ésta.

20 El dispositivo de posicionamiento comprende, por ejemplo, un dispositivo de posicionamiento de herramienta, que coloca al menos una de las herramientas de calibración, por ejemplo la primera herramienta de calibración o la segunda herramienta de calibración o ambas herramientas de calibración, con respecto a la pieza de trabajo. El dispositivo de posicionamiento de herramientas comprende, por ejemplo, uno o varios accionamientos lineales para trasladar una respectiva herramienta de calibración hacia el interior de la abertura de cojinete y de nuevo hacia fuera de la misma.

No obstante, también es posible un dispositivo de posicionamiento de piezas de trabajo que traslada la pieza de trabajo con respecto a la primera o la segunda herramienta de calibración. Por ejemplo, la respectiva primera o segunda herramienta de calibración es, por tanto, estacionaria, mientras que el dispositivo de posicionamiento de piezas de trabajo mueve la pieza de trabajo hacia la herramienta de calibración. Asimismo, son posibles combinaciones, es decir, que por ejemplo una de las dos herramientas de calibración, por ejemplo la primera herramienta de calibración, sea estacionaria, es decir, que el dispositivo de posicionamiento de piezas de trabajo mueva la pieza de trabajo hacia esta primera herramienta de calibración para el proceso de calibración y a continuación la aleje de nuevo de la misma. En la segunda etapa, un dispositivo de posicionamiento de herramientas conduce entonces la segunda herramienta de calibración hacia el interior de la abertura de cojinete.

La primera herramienta de calibración y la segunda herramienta de calibración presentan, por ejemplo, el mismo contorno o la misma construcción. No obstante, es también posible que la primera y la segunda herramienta de calibración sean distintas entre sí, por ejemplo presenten contornos distintos.

40 Se consideran contornos de calibración diferentes, es decir, que por ejemplo una herramienta de calibración presenta un contorno de calibración en forma helicoidal, mientras que otra herramienta de calibración, por ejemplo la segunda herramienta de calibración, presenta una superficie exterior a modo de segmentos de esfera. El contorno de calibración de una herramienta de calibración puede ser, no obstante, también cúbico, presentar un facetado o tener zonas de esquina redondeadas. Es favorable que las respectivas zonas extremas de un contorno de calibración en forma helicoidal o cilíndrica estén redondeadas. Son posibles herramientas de calibración de varios pasos, que están formadas, por ejemplo, por una alineación de varios discos de calibración individuales con diámetros iguales o diferentes sobre un mandril u otro portaherramientas. No obstante, como herramienta de calibración es posible sin problemas también una esfera bastante sencilla.

50 Es posible que una herramienta de calibración, como se ha mencionado, presente múltiples contornos de calibración. Los contornos de calibración con respecto a la vía de calibración presentan convenientemente una distancia longitudinal. Los contornos de calibración durante el movimiento de la herramienta de calibración a lo largo de la vía de calibración encastran en la abertura de cojinete. Los contornos de calibración de una primera herramienta de calibración y de una segunda herramienta de calibración pueden presentar diámetros exteriores iguales o diferentes, en particular diámetros exteriores máximos iguales o diferentes. Por consiguiente, por ejemplo la primera herramienta de calibración puede presentar, por tanto, un diámetro exterior más pequeño que la segunda herramienta de calibración o al revés. Es ventajoso, por ejemplo, que la primera herramienta de calibración presente un diámetro exterior más pequeño que al menos uno o todos los contornos de calibración de la segunda herramienta de calibración que actúan después sobre la abertura de cojinete.

Una herramienta de calibración, es decir por ejemplo la primera herramienta de calibración y/o la segunda herramienta de calibración, pueden atravesar completamente la abertura de cojinete durante el proceso de calibración.

5 No obstante, es también posible que una o ambas de las herramientas de calibración se adentren sólo parcialmente en la abertura de cojinete, es decir, que por ejemplo no lleguen hasta el extremo libre enfrentado de la abertura de cojinete.

10 En este punto cabe señalar que es ventajoso que a pesar de que esté previsto un apoyo del portaherramientas en su extremo libre, aunque esto no sea absolutamente necesario, no obstante, la exactitud de calibración está mejorada aún más.

15 El portaherramientas y/o la herramienta de calibración presentan convenientemente un canal de lubricante. El canal de lubricante o los canales de lubricante desembocan convenientemente en la zona de la herramienta de calibración desde el portaherramientas. La herramienta de calibración presenta preferentemente al menos una abertura de salida para el lubricante.

20 Además, es conveniente que esté previsto un equipo de lubricación, en particular un equipo de lubricación de cantidades mínimas.

25 El dispositivo de calibración sirve preferentemente para calibrar una abertura de cojinete, cuyos extremos libres, por ejemplo orientados hacia lados frontales de la pieza de trabajo o un casquillo de cojinete, en relación con la vía de calibración se sitúen en uno o varios planos que discurren de manera oblicua. Un campo de aplicación es la calibración de las denominadas bielas de asa de cubo u otras bielas cuyos casquillos de cojinete presentan al menos un lado frontal oblicuo.

30 Una posibilidad para ello es, por ejemplo, apoyar la herramienta de calibración en la zona delante y/o detrás del contorno interior de cojinete, por ejemplo guiar la herramienta de calibración y/o el portaherramientas que la porta, por ejemplo un denominado mandril de calibración, por un lecho de apoyo o por una guía. La herramienta de calibración o el portaherramientas se guían, por ejemplo, por un manguito de guía.

35 La herramienta de calibración presenta de manera conveniente al menos dos anillos dispuestos el uno detrás del otro en relación con la vía de calibración, que presentan al menos un contorno de calibración respectivamente. De este modo, respecto a la vía de calibración dos anillos pueden calibrar sucesivamente el contorno interior de cojinete, mejorando de este modo el resultado.

40 También es posible que varios contornos de calibración estén dispuestos uno detrás del otro con respecto a la vía de calibración, los cuales están escalonados entre sí. Así, por ejemplo, es posible que en la dirección de avance primeramente un primer contorno de calibración, que presenta una circunferencia exterior más pequeña, encastre en el contorno interior de cojinete y luego un segundo contorno de calibración en una circunferencia exterior más grande.

45 La herramienta de calibración presenta convenientemente un anillo de calibración alrededor de cuya circunferencia exterior se extiende anularmente al menos un contorno de calibración. Delante y/o detrás del anillo de calibración, se proporciona un cuerpo de calibración secundario en el que está previsto al menos un contorno de calibración secundario, extendiéndose este contorno de calibración secundario sólo parcialmente de forma anular sobre un perímetro parcial del cuerpo de calibración secundario. El cuerpo de calibración secundario presenta, por ejemplo, una forma parcialmente anular.

50 El contorno de calibración anular y el contorno de calibración secundario parcialmente anular están dispuestos paralelamente entre sí, por ejemplo, ambos en ángulo recto respecto a la vía de calibración. Sin embargo, éstos también se pueden extender oblicuamente con respecto a la vía de calibración.

55 Al menos un contorno de calibración secundario puede, por ejemplo, extenderse de forma oblicua respecto a la vía de calibración. Sin embargo, también es posible que el contorno de calibración secundario se extienda en ángulo recto respecto a la vía de calibración.

60 Un modelo de fabricación preferente prevé que la herramienta de calibración con respecto a la vía de calibración presente al menos tres anillos dispuestos uno detrás del otro. Dos anillos están configurados, por ejemplo, como al menos un contorno de calibración secundario que presenta anillos de calibración secundarios. Sin embargo, dos anillos también pueden estar configurados como al menos un contorno de calibración que presenta anillos de calibración. Es posible una combinación, por ejemplo, de al menos dos anillos de calibración secundarios y al menos dos anillos de calibración.

El dispositivo de calibración conforma preferentemente una parte integrante de una máquina herramienta o está configurado como una máquina herramienta. La integración en un centro de mecanizado que comprende varias estaciones para el mecanizado de componentes de motor, por ejemplo para el mecanizado de bielas, también puede presentar el dispositivo de calibración de acuerdo con el invento o bien, el dispositivo de calibración puede conformar una parte integrante de un centro de mecanizado de ese tipo. La máquina herramienta o el centro de mecanizado presentan por ejemplo medios para introducir a presión un casquillo de cojinete en la pieza de trabajo y/o para producir, por ejemplo, para taladrar la abertura de cojinete. El centro de mecanizado presenta, por ejemplo, estaciones adicionales para el craqueo, ensamblaje, atornillado y similares del posterior mecanizado de la pieza de trabajo.

El dispositivo de calibración también puede ser una unidad constructiva individual o representar una estación de calibración y que no necesariamente tiene que estar integrada en una máquina herramienta o formar parte de un centro de mecanizado.

A continuación, se explicarán modelos de fabricación del invento con referencia al dibujo. Se muestra en la:

figura 1, una vista lateral de un primer ejemplo de fabricación de un dispositivo de calibración con una primera herramienta de calibración antes de que entre en la abertura de cojinete de una pieza de trabajo, figura 2, un detalle A de la figura 1, pero con la herramienta de calibración habiendo atravesado ya la abertura de cojinete, figura 3, una vista lateral del dispositivo de calibración de acuerdo con las figuras 1, 2 durante la calibración con una segunda herramienta de calibración, figura 4, una vista detallada en perspectiva de la herramienta de calibración del dispositivo de calibración de acuerdo con la figura 1, figura 5, el dispositivo de calibración de acuerdo con las figuras 1-3, pero con otras herramientas de calibración, de las cuales las primeras herramientas de calibración se muestran encastrando en la abertura de cojinete de la pieza de trabajo, figura 6, el dispositivo de calibración de acuerdo con la figura 5, sin embargo con las segundas herramientas de calibración encastradas en la abertura de cojinete, figura 7, una vista oblicua en perspectiva de una de las herramientas de calibración del dispositivo de calibración de acuerdo con las figuras 5, 6.

En el dibujo se muestran los dispositivos de calibración 10, 110 para calibrar piezas de trabajo 70 que presentan componentes parcialmente idénticos o similares que luego reciben los mismos números de referencia, eventualmente con una diferencia de 100.

En el caso de las piezas de trabajo 70 se trata de componentes de motor 71, muy concretamente bielas 72. Las bielas 72 presentan un árbol de biela 73 así como dos aberturas de cojinete, en concreto un denominado ojal grande 74 y un ojal pequeño 75. Los dispositivos de calibración 10 y 110 sirven para el mecanizado de la abertura de cojinete, que está prevista en el ojal pequeño 75. En un alojamiento de cojinete 77 de un cuerpo de base 76 de la pieza de trabajo 70, que está previsto en el ojal pequeño 75, se ha introducido a presión en una etapa de trabajo anterior, por ejemplo, un casquillo de cojinete 80, es decir, un cuerpo de anillo.

El casquillo de cojinete 80 presenta un lado frontal superior 82 así como un lado frontal inferior 83. Una circunferencia interior del casquillo de cojinete 80 conforma una abertura de cojinete 85 y presenta un contorno interior de cojinete 84 que debe calibrarse. Tras la introducción a presión del casquillo de cojinete 80, en concreto el contorno interior de cojinete 84 aún no está en la medida deseada exactamente. Además, es favorable si el casquillo de cojinete 80 se comprime desde la abertura de cojinete 85 radialmente hacia fuera en el espacio interior del ojal pequeño 75, de modo que allí las superficies de la biela 72 enfrentadas unas a otras y el casquillo de cojinete 80 se unen entre sí de manera óptima, por así decirlo encastran entre sí.

Para ello, están previstas herramientas de calibración 50 y 150 que a continuación, para diferenciar su dirección de acción sobre la pieza de trabajo 70, se denominan herramientas de calibración 50a, 50b o 150a, 150b. Las herramientas de calibración 50a, 150a de los dispositivos de calibración 10, 110 están dispuestas en un portaherramientas 20a, las herramientas de calibración 50b, 150b de los dispositivos de calibración 10, 110 están dispuestas en un portaherramientas 20b.

Sería fácilmente concebible que sólo se proporcione uno de los portaherramientas 20a o 20b, que se aclarará más tarde. Un procesamiento o calibración desde lados opuestos entre sí es una opción y no es necesariamente en todos los casos.

ES 2 712 078 T3

Los portaherramientas 20a, 20b comprenden barras de soporte o mandriles 22a, 22b, en cuyas zonas extremas libres y alejadas del dispositivo de posicionamiento de herramientas 21, los extremos 25 libres, están previstos alojamientos de herramienta 23.

5 La pieza de trabajo 70 es sujeta por un elemento de sujeción de piezas de trabajo 40.

Las herramientas de calibración 50a, 50b o 150a, 150b y la pieza de trabajo 70, en particular el elemento de sujeción de piezas de trabajo 40, pueden ser posicionadas por medio de un dispositivo de posicionamiento 15 relativamente unas con respecto a otras para calibrar el contorno interior de cojinete 84.

10 Los portaherramientas 20a, 20b pueden posicionarse mediante un dispositivo de posicionamiento de herramientas 21 del dispositivo de posicionamiento 15, en concreto los accionamientos 33a, 33b que pueden presentar uno o varios accionamientos lineales y/o accionamientos de giro. Una sección de sujeción 24, por ejemplo un árbol, de un portaherramientas 20a, 20b está alojada en un alojamiento de portaherramientas 27 de un respectivo accionamiento 33a, 33b del dispositivo de posicionamiento de herramientas 21.

15 El dispositivo de posicionamiento de herramientas 21 puede mover linealmente hacia delante y detrás los mandriles o barras de soporte 22a, 22b a lo largo de la vía de calibración 28 en un movimiento de avance 29a, 29b hacia el elemento de sujeción de piezas de trabajo 40. El movimiento de avance 29a, 29b puede estar superpuesto a un movimiento de giro 30 o el movimiento de avance 29a, 29b y el movimiento de giro 30 tienen lugar de manera secuencial.

20 El dispositivo de posicionamiento 15 puede comprender también un dispositivo de posicionamiento de piezas de trabajo 41 para posicionar el elemento de sujeción de piezas de trabajo 40 y, por tanto, la pieza de trabajo 70 sujeta en el mismo o la biela 72 con respecto a uno o a ambos portaherramientas 20a, 20b del dispositivo de calibración 10, 110. Por ejemplo, el dispositivo de posicionamiento de piezas de trabajo 41 comprende uno o varios accionamientos 43, por ejemplo accionamientos lineales y/o accionamientos de giro o similares, para trasladar o accionar el elemento de sujeción de piezas de trabajo 40 hacia uno o ambos de los dos portaherramientas 20a, 20b o alejándolos de los mismos. También en el elemento de sujeción de piezas de trabajo 40 o el equipo de posicionamiento de piezas de trabajo 41 son posibles un movimiento lineal, correspondiente a los movimientos de avance 29a y/o 29b, y/o un movimiento de giro, correspondiente al movimiento de giro 30. El movimiento de giro y el movimiento lineal son posibles de manera secuencial o superpuestos uno a otro.

25 Es posible que el equipo de posicionamiento de piezas de trabajo 41 realice por ejemplo, sólo un movimiento de giro que se corresponde con el movimiento de giro 30, el equipo de posicionamiento de herramientas 21 sólo los movimientos de avance 29a, 29b.

30 Los portaherramientas 20a, 20b sirven para portar las herramientas de calibración 50a, 50b del dispositivo de calibración 10 o las herramientas de calibración 150a, 150b del dispositivo de calibración 110. Por ejemplo, el portaherramientas 20a, 20b atraviesa con su extremo libre 25 primero la abertura de cojinete 85, conduciendo así la herramienta de calibración 50a, 50b, 150a, 150b a través de la abertura de cojinete 85, calibrando de este modo el contorno interior de cojinete 84. En este caso, el extremo libre 25 atraviesa, por ejemplo, una abertura 42 en el elemento de sujeción de piezas de trabajo 40.

35 Por debajo de la abertura 42 puede estar previsto opcionalmente un soporte o guía 26, sobre el que se apoya el portaherramientas 20a con su extremo libre 25 por el lado inferior o en el que está guiado el portaherramientas 20a por debajo del elemento de sujeción de piezas de trabajo 40. De esta manera, el movimiento de avance 29a no está guiado sólo por el dispositivo de posicionamiento de herramientas 21, es decir, en la zona de la sección de sujeción 24, sino también en la zona del extremo libre 25. Sin embargo, cuando el portaherramientas 20b entra en la abertura de cojinete 85, la guía 26 está retirada. Por lo tanto, una guía que se corresponde constructivamente con la guía 26 (no representada) puede estar dispuesta opcionalmente por encima de la abertura de cojinete 85.

40 Con el propósito de continuar optimizando el proceso de calibración sirve también, por ejemplo, un dispositivo de lubricación 35, favorablemente un dispositivo de lubricación de cantidades mínimas, que transporta lubricante o refrigerante a través de un canal 36 que se extiende en el portaherramientas 20a, hacia la herramienta de calibración 50a y/o 50b o 150a y/o 150b, desembocando en una abertura de salida 37 de la herramienta de calibración 50a, 50b o 150a, 150b. Por su puesto, el canal 36 puede desembocar también por encima o por debajo de la herramienta de calibración 50a, 50b o 150a, 150b, de modo que, a pesar de ello, el lubricante llega a la zona de la herramienta de calibración 50a, 50b o 150a, 150b durante la calibración o en relación con la calibración.

45 Una dificultad adicional durante la calibración se produce, por ejemplo, porque el lado frontal superior y el lado frontal inferior 82 y 83 del casquillo de cojinete 80 presentan transversalmente a la vía de calibración 28, respectivamente, un recorrido oblicua o un contorno curvado.

El concepto de la herramienta de calibración 50a o 150a se presta para ofrecer una calibración óptima a pesar de los lados frontales 82 y 83 superior e interior del casquillo de cojinete 80 que se extienden oblicuamente. El soporte y/o la guía 26 son ciertamente favorables también en este caso, aunque no necesarios.

5 Las herramientas de calibración 50a y 50b, así como las herramientas de calibración 150a, 150b son constructivamente iguales respectivamente. A continuación se explicarán de manera simplificada las herramientas de calibración 50a, 150a.

10 Las herramientas de calibración 50a, 150a presentan cuerpos de herramienta 51, 151, en los que están previstos por un lado, contornos de calibración 52 y 152, y por otro lado contornos de calibración secundarios 53 y 54 o 153 y 154. Los contornos de calibración 52, 152 sirven para la calibración del contorno interior de cojinete 84, es decir, para la regulación de una medida exacta de la abertura de cojinete 85.

15 Las herramientas de calibración 50a y 150a presentan, por ejemplo, anillos de calibración 55, 155 así como cuerpos de calibración secundarios 56, 57, 156, 157. Los cuerpos de calibración secundarios 56 y 57 están configurados como anillos de calibración secundarios 58 y 59, mientras que los cuerpos de calibración secundarios 156 y 157 representan, por así decirlo, cuerpos de anillo parciales 158, 159. Las herramientas de calibración 50a y 150a pueden estar construidas, por tanto, a partir de anillos individuales, aunque también pueden ser de una sola pieza, es decir, presentar un cuerpo de herramienta 51 o 151 pasante, en el que están previstos entonces los contornos de calibración 52, 152 así como los contornos de calibración secundarios 53, 54 ó 153, 154.

25 La herramienta de calibración 50a, 50b presenta dos contornos de calibración 52 o dos anillos de calibración 55 retardados con relación al movimiento de avance 29a, 29b. Adelantados con respecto a la vía de calibración 28 o al movimiento de avance 29a, 29b están dispuestos al lado de uno de los anillos de calibración 55, anillos de calibración secundarios 58 y 59. La circunferencia exterior de los anillos de calibración secundarios 58 y 59 es menor que la de los anillos de calibración 55. Por ejemplo, los anillos de calibración secundarios 58 y 59 y el anillo de calibración 55 que se adhiere a los mismos presentan diámetros exteriores que aumentan escalonadamente, que por ejemplo, en cada caso aumentan en torno aproximadamente a 0,02-0,03 mm, por ejemplo en el caso de un diámetro total de aproximadamente 18-19 mm. Los dos anillos de calibración 55 presentan preferentemente el mismo diámetro exterior, por lo que actúan calibrando en la misma medida.

30 Sin embargo, también es posible como alternativa que, por ejemplo el anillo de calibración 55 superior tenga diámetros exteriores mayores o menores que el anillo de calibración 55 inferior.

35 Por el contrario, la herramienta de calibración 150a presenta únicamente por así decirlo, un anillo de calibración central 155, con respecto al cual está situado delante un cuerpo de anillo parcial 158 con relación al movimiento de avance 29a, 29b, es decir, el contorno de calibración secundario 153 en forma de anillo parcial y de manera retardada respecto al movimiento de avance 29a, 29b, el contorno de calibración secundario 154 igualmente en forma de anillo parcial, que está previsto en el cuerpo de anillo parcial 159.

40 Para la fijación liberable de la herramienta de calibración 50a, 50b, 150a, 150b en el portaherramientas 20a sirve un alojamiento 60, 160, por ejemplo un orificio. El alojamiento 60, 160 está previsto para la fijación en el alojamiento de herramientas 23 del portaherramientas 20a, por ejemplo para la inserción del extremo libre 25 en los alojamientos 60, 160.

45 Los contornos de calibración 52 y 152 y los contornos de calibración secundarios 53, 54 o 153, 154 presentan respectivamente un corte transversal en forma de segmento esférico. Entre los contornos de calibración 52 y 152 y los contornos de calibración secundarios 53, 54 o 153, 154 están previstas respectivamente hendiduras 61, 161, por ejemplo del tipo de estrangulamientos o constricciones.

50 El proceso de calibración con la herramienta de calibración 50a se desarrolla de la siguiente manera. Partiendo por ejemplo, de la posición según la figura 1, se mueve la herramienta de calibración 50a, 150a hacia el interior de la abertura de cojinete 85 a lo largo de la vía de calibración 28 en el marco del movimiento de avance 29a o a través de la abertura de cojinete 85, en el dibujo, por tanto, desde arriba. Posteriormente se mueve la herramienta de calibración 50b, 150b desde el lado opuesto de la abertura de cojinete 85 en el marco del movimiento de avance 29b hacia el interior o a través de la abertura de cojinete 85.

55 En el transcurso del movimiento de avance 29a, 29b de la herramienta de calibración 50a, 50b se apoyan en primer lugar los dos contornos de calibración secundarios 53 y 54 en el contorno interior de cojinete 84. Los contornos de calibración secundarios 53 y 54 pueden realizar una calibración previa, es decir, iniciar el proceso de calibración. Sin embargo, los contornos de calibración secundarios 53 y 54 presentan un diámetro exterior menor que los contornos

de calibración 52, que después de los contornos de calibración secundarios 53 y 54 encastran en el contorno interior de cojinete 84, calibrando éste.

5 El contorno de calibración 52 más próximo a los contornos de calibración secundarios 53 y 54 está en el movimiento de avance 29a, 29b a lo largo de la vía de calibración 28 en primer lugar encastrado con efecto calibrante en una zona 86 superior de la abertura de cojinete 85 cerrada transversalmente a la vía de calibración 28 sólo en forma de anillo parcial y, por tanto, no en forma anular, sin embargo, durante esta calibración puede que los contornos de calibración secundarios 53 y 54 no tengan el efecto de apoyo suficiente. El anillo de calibración 55 puede desviarse, por tanto, en la zona abierta (en el dibujo a la derecha) enfrentada a la zona 86 y calibrar la zona 86 de la abertura de cojinete 85 aún no en la medida deseada. No obstante, los anillos de calibración secundarios 58 y 59 soportan ya la herramienta de calibración 50a o el contorno de calibración 52 inferior en el dibujo en un plano 45 que discurre de manera oblicua en relación con la vía de calibración 28, en concreto en la zona central 87 de la abertura de cojinete 85.

15 A modo de ejemplo está trazado sólo un plano oblicuo 45. Naturalmente están presentes de manera favorable otros planos oblicuos de este tipo, también en otras posiciones angulares con respecto a la vía de calibración 28, ya que el lado frontal 82 superior no presenta ningún recorrido diagonal, sino un recorrido curvado.

20 Cuando, no obstante, el anillo de calibración 55 más próximo a los anillos de calibración secundarios 58, 59 penetra, entonces, de manera adicional en la abertura de cojinete 85 (en el dibujo, hacia abajo), se apoya en la zona central 87 de la abertura de cojinete 85 cerrada completamente en forma anular, es decir, calibra esta zona 87 y actúa al mismo tiempo como un anillo de calibración secundario o un contorno de calibración secundario para el otro anillo de calibración 55 (superior), que posteriormente calibra la zona 86. Los anillos de calibración 55 se apoyan, por así decirlo de manera bidireccional, en la abertura de cojinete 85, por tanto con respecto al menos a uno o varios planos 45 que se extienden oblicuamente.

30 A medida que avanza la calibración cambian las funciones de los dos anillos de calibración 55. Cuando en concreto el anillo de calibración 55, inferior en el dibujo que se encuentra más próximo en los anillos de calibración secundarios 58, 59, llega a la zona 88 inferior de la abertura de cojinete 85, también sólo en forma de anillo parcial, el anillo de calibración 55 superior en el dibujo está aún en la zona central 87 de la abertura de cojinete 85 y se apoya allí de manera óptima. Los anillos de calibración 55 están encastrados, por tanto, en un plano 46 oblicuo, adicional en relación con la vía de calibración 28, inclinado de manera oblicua en sentido contrario hacia el plano 45 o en contacto de calibración con la abertura de cojinete 85. El anillo de calibración 55 (superior en el dibujo) que se encuentra en la zona 86 es, por tanto, por así decirlo, un anillo de calibración secundario o un contorno de calibración secundario para el anillo de calibración 55 (inferior en el dibujo), que esta encastrado en la zona 87 de la abertura de cojinete o calibra ésta.

40 Naturalmente aún podrían estar dispuestos adicionalmente otros anillos de calibración, mejorando así el resultado. En principio esto está realizado en el dispositivo de calibración 110, en cuyo portaherramientas 20a está prevista aparte de la herramienta de calibración 150a, una herramienta de calibración 150a' adicional, que está configurada preferentemente de igual forma. También en el otro portaherramientas 20b pueden estar previstas de manera correspondiente dos segundas herramientas de calibración 150b y 150b'. Un modelo de calibración favorable prevé, a este respecto, que en primer lugar las dos herramientas de calibración 150a y 150b delanteras calibren la abertura de cojinete 85 desde los lados opuestos unos a otros y que entonces las herramientas de calibración 150a' y 150b' adicionales perfeccionen, por así decirlo, la calibración.

50 Naturalmente también podrían estar previstas, por ejemplo, diferentes herramientas de calibración en un portaherramientas 20a, por ejemplo primeramente con relación a la dirección de avance del movimiento de avance 29a, 29b una herramienta de calibración 150a y después una herramienta de calibración 50a adicional. El modo de funcionamiento de las herramientas de calibración 50a y 150a es similar, lo que se aclara a continuación.

55 Cuando durante el proceso de calibración del dispositivo de calibración 110, es decir, durante el movimiento de avance 29a, 29b en dirección hacia el interior de la abertura de cojinete 85, primeramente el contorno de calibración secundario 153, por así decirlo adelantado, está ya en la zona central 87 de la abertura de cojinete 85 y se apoya allí, puede servir con respecto al plano 45 oblicuo como un apoyo para el anillo de calibración 155 que se encuentra a partir de ahora en la zona superior 86 de la abertura de cojinete 85. La zona 87 puede entonces calibrar ya su contorno de calibración 152.

60 Acto seguido, el anillo de calibración 155 atraviesa la zona central 87 y luego la zona 88, inferior en el dibujo, del mismo modo sólo en forma de anillo parcial. El anillo de calibración 155 ya no se puede apoyar allí, como quien dice, por sí mismo en la abertura de cojinete 85, puesto que por debajo del plano 46 oblicuo inferior está parcialmente, como quien dice, al descubierto. En este caso actúa entonces el contorno de calibración secundario superior 154 ,

que descansa en una sección enfrentada a la zona 88, de la zona central 86 en contacto por roce o de manera que se apoya en la abertura de cojinete 85.

5 La calibración se puede optimizar mediante la herramienta de calibración 150' adicional, que se mueve en el marco del movimiento de avance 29a, 29b a través de la abertura de cojinete 85.

10 Las herramientas de calibración superiores 50a-150b se prestan en concreto de manera especial para la calibración de manguitos de cojinete, que presentan respectivamente lados frontales oblicuos, es decir, que la calibración de una pared interior comienza ya sobre un lado, donde aún no es posible, de manera enfrentada, un apoyo de la herramienta de calibración. Las herramientas de calibración 50a-150b posibilitan mecanizar la abertura de cojinete 85 desde lados opuestos unos a otros, arrojando un excelente resultado de calibración.

15 En el contorno interior de cojinete 84, por ejemplo, se dispone una hendidura 90. La hendidura 90 tiene un recorrido oblicuo 91 oblicuamente a la vía de calibración 28 y oblicuamente a un ortogonal 31 con respecto a la vía de calibración 28. La hendidura 90 conforma por ejemplo, una ranura de aceite o está diseñada como una ranura de aceite. Por ejemplo, la hendidura 90 ya está presente en el contorno interior de cojinete 84 antes de la calibración, por lo que existe el riesgo de que la ranura o la hendidura 90 se dañen al calibrar la abertura de cojinete 85 o que la herramienta de calibración esté enganchada en la hendidura 90 y luego el casquillo de cojinete 80 es empujado hacia afuera del cojinete 77. Sin embargo, se han tomado contramedidas al respecto.

20 Cuando los contornos de calibración 52 ó 152 que se extienden ortogonalmente a la vía de calibración 28 se mueven pasando por delante la hendidura 90, diferentes secciones de los contornos de calibración 52, 152 entran en contacto o encastran en el transcurso de este movimiento de avance en la hendidura 90. Los contornos de calibración 52, 152 pueden no quedar enganchados en el rebaje 90 o deformar la hendidura 90 mediante la aplicación de fuerza masiva correspondiente. Como resultado, se evita el riesgo de que el casquillo de cojinete 80 sea empujado hacia afuera o fuera del alojamiento de cojinete 77, por así decirlo.

25 Los dispositivos de calibración 10 y 110 pueden ser controlados por un dispositivo de control 11. El dispositivo de control 11 incluye, por ejemplo, un procesador 12 y una memoria 13, en la cual uno o más módulos de programa 14 se almacenan. Con al menos un módulo de programa 14, las funciones de los dispositivos de calibración 10 y 110 son controlables y/o monitorizables. El procesador 12 está diseñado, por ejemplo, para ejecutar instrucciones de programa que controlan y/o monitorean el procedimiento posterior. El dispositivo de control 11 puede ser, por ejemplo, un control con memoria programable, un ordenador o similar. Los medios de entrada y los medios de salida del dispositivo de control 11, por ejemplo, teclado, ratón, monitor, interfaz de usuario o similares, son favorables, pero no se explicarán en detalle.

30 En los siguientes modelos de fabricación, está previsto que las herramientas de calibración estén diseñadas de manera diferente, es decir, que tengan diferentes circunferencias exteriores. Por ejemplo, las herramientas de calibración 50a, 50a' presentan circunferencias exteriores más grandes que en el caso de las herramientas de calibración 50b, 50b'. Con respecto al portaherramientas 20a o 20b, es favorable si las herramientas de calibración 50a y 50b ubicadas en el extremo longitudinal libre presentan una circunferencia exterior más pequeña que en el caso de las herramientas de calibración 50a 'y 50b'.

35 Las herramientas de calibración 50, 150 presentan varios contornos de calibración como se ha explicado. Pero también sería posible una configuración en la que una herramienta de calibración respectiva 50, 150 tenga sólo un contorno de calibración.

40 Por lo tanto, el dispositivo de control 11 puede garantizar una calibración óptima mediante la elección de una herramienta de calibración adecuada, teniendo en cuenta una calibración K respectiva que se detecta en cada caso durante la calibración de la abertura de cojinete 85.

45 El dispositivo de control 11 se comunica con un dispositivo de medición de fuerza 16 que puede tener uno más de los modelos de fabricación específicos que se explican a continuación. El dispositivo de medición de fuerza 16 se utiliza para detectar una fuerza de calibración K que se produce durante la calibración de la abertura de cojinete 85 y lo reporta al dispositivo de control 11. La fuerza de calibración K es, por ejemplo, una fuerza normal a través de la vía de calibración 28 o una fuerza cuya dirección de fuerza se extiende a lo largo del vía de calibración 28.

50 Por ejemplo, el dispositivo de medición de fuerza 16 comprende un dispositivo de medición de fuerza de soporte 17 para detectar una fuerza de soporte S1. El dispositivo de medición de la fuerza de soporte 17 está previsto, por ejemplo, en el alojamiento 27 del portaherramientas u otra interfaz entre, por un lado, el accionamiento 33a, 33b y, por otro lado, el portaherramientas 20a y 20b. Por lo tanto, cuando el accionamiento 33a, 33b actúa sobre el portaherramientas 20a o 20b con una fuerza predeterminada para llevar a cabo la calibración o para realizar el

movimiento de avance 29a y 29b de la herramienta de calibración 50a, 50b o 150a, 150b, actúa éste sobre el portaherramientas 20a y 20b con la fuerza de soporte S1 que también se puede denominar fuerza motriz.

5 El dispositivo de medición de la fuerza de soporte 17 puede, por ejemplo, comprender un dispositivo de medición capacitivo 104 que mide la capacitancia entre, por un lado, la sección del portaherramientas 20 que penetra en el portaherramientas 23 y, por otro lado, la parte inferior del alojamiento 27 del portaherramientas. Por ejemplo, se prevén allí las superficies capacitivas correspondientes.

10 De manera similar, por ejemplo, también es posible determinar la fuerza motriz que ejerce el accionamiento de la pieza de trabajo 43 para desplazar la pieza de trabajo 70 a lo largo de la vía de movimiento 29a o 29b en la dirección de las herramientas de calibración 50a, 50b o 150a, 150b. Por ejemplo, entre el soporte de la pieza de trabajo 40 y el accionamiento de la pieza de trabajo 43, está previsto un dispositivo de medición de la fuerza de soporte 18 que facilita al dispositivo de control 11 la fuerza de soporte S2 ejercida por el accionamiento 43 en forma de una medida o equivalente para la calibración K.

15 Otra medida o equivalente para la fuerza de calibración K también puede ser, por ejemplo, una fuerza de soporte S3, con la cual el soporte de la pieza de trabajo 40 y, por lo tanto, la pieza de trabajo 70 deben ser soportados durante la calibración. Por ejemplo, en el área del ojete pequeño 73 está previsto un dispositivo de medición de la fuerza de soporte 19 que es, por así decirlo, la fuerza de apoyo o la fuerza de sujeción del soporte de la pieza de trabajo 40 durante la calibración a través de la herramienta de calibración 50a o 150a.

20 Los dispositivos de medición de la fuerza de soporte 18, 19 pueden comprender, por ejemplo, una célula de carga 103 o estar formados por ella.

25 Alternativamente, o además del dispositivo de medición de la fuerza de soporte 17, también se puede prever, por ejemplo, un medidor de tensión 102 en el portaherramientas 20 o quizás incluso directamente en una de las herramientas de calibración 50 ó 150, que mide una compresión o cualquier otra deformación que se produce durante la calibración del portaherramientas 20 o de la herramienta de calibración 50, 150, que también es una medida adecuada para la fuerza de calibración K.

30 Además, también sería posible para determinar la fuerza de calibración K, medir una fuerza entre una herramienta de calibración y el portaherramientas que porta la herramienta de calibración. Por ejemplo, entre una herramienta de calibración respectiva 50, 150 y el portaherramientas 20 se puede proporcionar un dispositivo de medición de fuerza, por ejemplo, un dispositivo de medición de fuerza capacitiva, un medidor de tensión o similar.

35 De forma alternativa o adicional, un dispositivo de medición de corriente 34 puede, por ejemplo, detectar la corriente que fluye hacia el accionamiento 33a. Este flujo de corriente o la intensidad de la corriente pueden servir como una medida o equivalente para determinar la fuerza de accionamiento A con la que el accionamiento 33a debe impulsar el portaherramientas 20a al calibrar la abertura de cojinete 85. Tal detección de la fuerza de calibración K por medición de corriente a través de un dispositivo de medición de corriente no mostrado también es posible con el accionamiento 33b, en el que, por ejemplo, una fuerza de accionamiento A2 se determina como una medida o equivalente para la fuerza de calibración K.

45 Sin más preámbulos, una medición de corriente también es fácilmente posible con el accionamiento 43 del dispositivo de posicionamiento de la pieza de trabajo 41, de modo que, por ejemplo, la fuerza de calibración en forma de una fuerza motriz A3 en el accionamiento 43 está determinada por un dispositivo de medición de corriente, no mostrado.

50 Si el controlador 11 está configurado directamente para proporcionar la corriente de accionamiento para un accionamiento 33 o 43, por ejemplo con una fase terminal correspondiente, éste conoce, por así decirlo, incluso el valor actual y, por lo tanto, la fuerza motriz A.

55 La fuerza de soporte S1, S2, S3 y la fuerza motriz A se transmiten al dispositivo de control 11, por ejemplo a través de líneas de aviso, radio o similares.

60 Se entiende que sólo uno de los valores antes mencionados S1, S2, S3 o A es completamente suficiente. Sin embargo, también es posible que el dispositivo de control 11 reciba varios, por ejemplo, al menos dos de los valores anteriores para la fuerza de apoyo o la fuerza motriz y, mediante una ponderación y/o evaluación correspondiente y/o control de plausibilidad de los valores para la fuerza de apoyo o fuerza motriz, determine la fuerza de calibración K.

A continuación se explicará un escenario relativamente simple con referencia a la figura 1.

Por ejemplo, cuando durante la calibración de la abertura de cojinete 85, la fuerza de calibración K está por debajo de un umbral predeterminado o por encima de un umbral predeterminado, el dispositivo de control 11 puede, por ejemplo, detener el movimiento de avance de la herramienta de calibración 50a y/o emitir una señal de advertencia a medios de visualización 105, por ejemplo un dispositivo de visualización.

5 El dispositivo de control 11 controla el accionamiento 33a, por ejemplo a través de una señal de control C1. La señal de control C1 puede comprender, por ejemplo, comandos de control, por ejemplo "accionamiento conectado" o "accionamiento desconectado", "aumentar o disminuir la fuerza motriz".

10 Los medios de visualización 105 comprenden, por ejemplo, un altavoz, un diodo emisor de luz, el visor del dispositivo de control 11 o similares.

Sin embargo, si, como en el caso del dispositivo de calibración 10 de acuerdo con la figura 3 están disponibles otros contornos de calibración, las siguientes medidas también son ventajosamente posibles en las que el dispositivo de calibración 10 ó 110 reacciona activamente si la fuerza de calibración K no está dentro de un rango predeterminado.

15 Por ejemplo, el dispositivo de calibración 10 de acuerdo con la figura 3 puede detectar la fuerza de calibración K que se produce durante el proceso de calibración de la abertura de cojinete 85, utilizando la herramienta de calibración 50a o la herramienta de calibración 50b y utilizar la herramienta de calibración adecuada respectiva 50a o 50b para calibrar la abertura 85 de cojinete.

20 Las herramientas de calibración 50a y 50b presentan por ejemplo, contornos de calibración que varían en las dimensiones del diámetro exterior. De este modo, por ejemplo, la herramienta de calibración 50a en una sección transversal es más grande que la herramienta de calibración 50b, de modo que cuando la abertura de cojinete 85 es igual en la sección transversal, la fuerza de calibración K en la herramienta de calibración 50a es mayor que en la herramienta de calibración 50b. La herramienta de calibración 50a presenta una especie de primer contorno de calibración 52a, la herramienta de calibración 50b, un segundo contorno de calibración 52b, que en sección transversal o circunferencia exterior es menor que el primer contorno de calibración 52a.

25 Por tanto, es ventajoso que el dispositivo de calibración 10, 110 inicialmente pruebe, por así decirlo, la herramienta de calibración de sección transversal más pequeña 50b para calibrar la abertura 85 de cojinete, y en el caso de una fuerza de calibración K muy baja, utilice la herramienta de calibración de sección transversal 50a más grande.

30 Por ejemplo, el dispositivo de control 11 controla el accionamiento 33a con los comandos de control C1 para avanzar la herramienta de calibración 50a con el fin de calibrar la abertura de cojinete 85 o el accionamiento 33b con los comandos de control C2 para avanzar la herramienta de calibración 50a con el fin de calibrar la abertura de cojinete 85.

35 Esto también es posible con el dispositivo de calibración 110 de acuerdo con la figura 5. Además, en los portaherramientas 20a y 20b se proporcionan respectivamente dos herramientas de calibración 150a, 150a' y 150b, 150b'. Sin embargo, se debe tener en cuenta que, a diferencia del dibujo, sólo se puede proporcionar uno de los portaherramientas 20a o 20b para aplicar la tecnología de calibración que se presenta a continuación.

40 Las herramientas de calibración 50a, 50a' presentan en cada caso por ejemplo, una circunferencia exterior más grande que las herramientas de calibración 50b, 50b'. Sin embargo, la herramienta de calibración 50a presenta una circunferencia exterior más pequeña que la herramienta de calibración 50a'. La situación es la misma para las herramientas de calibración 50b y 50b', donde la herramienta de calibración 50b dispuesta más cerca del extremo libre del portaherramientas 20b presenta una circunferencia exterior más pequeña que la herramienta de calibración 50b' distanciada respecto a la vía de calibración 28.

45 Por lo tanto, el controlador 11 puede, por ejemplo, accionar primeramente el accionamiento 30a para avanzar la herramienta de calibración 50a hacia la abertura de cojinete 85, que corresponde a un proceso de calibración V1. Se reconoce en el diagrama de la fuerza de calibración K que se muestra en la figura 5 que, por ejemplo, durante el proceso de calibración V1 la fuerza de calibración K se encuentra entre un umbral inferior KU y un umbral superior KO. Por lo que la calibración es correcta.

50 En el caso de una pieza de trabajo 70 sustituida posteriormente que, por ejemplo, presenta una abertura de cojinete 85 con una sección transversal interior más grande, el dispositivo de control 11 a su vez acciona el accionamiento 33a para la calibración en base a la herramienta de calibración 150a que presenta un primer contorno de calibración 152a. Sin embargo, en este proceso de calibración V2, la fuerza de calibración está por debajo del valor umbral inferior KU, es decir, no es suficiente. En consecuencia, el dispositivo de control 11 acciona el accionamiento 33a para un mayor avance del portaherramientas 20a en la dirección de la abertura de cojinete 85, de modo que la herramienta de calibración 150a', que tiene un segundo contorno de calibración 152a' con una circunferencia exterior

más grande que el contorno de calibración 152a y que está dispuesta detrás de la herramienta de calibración 150a con respecto a la vía de calibración 28, se empuja a través de la abertura de cojinete 85. En este proceso de calibración V3, la fuerza de calibración K está en el marco, por así decirlo, entre los valores umbrales KU y KO. Por lo que la calibración es correcta.

5 En lugar de una simple comparación de umbral, también es posible que el dispositivo de control 11 compare, por ejemplo, un recorrido KV de la fuerza de calibración K con recorridos predeterminados. Por ejemplo, si el recorrido KV se encuentra en un corredor entre un recorrido inferior almacenado KSU y un recorrido superior almacenado KSO de la fuerza de calibración K durante un proceso de calibración, se considera que la calibración está en orden.
10 En el caso de una desviación, el dispositivo de calibración 10, 110 puede enviar una advertencia a los medios de visualización 105, por ejemplo, y/o finalizar la calibración y/o reemplazar las herramientas de calibración o usar otras herramientas de calibración.

15 Sin ningún problema, el dispositivo de control 11 también puede mejorar la calibración de la abertura de cojinete 85, por ejemplo por medio de las herramientas de calibración 150b y 150b', como ya se describió anteriormente. Además, también es posible utilizar las herramientas de calibración 150b y 150b' como alternativa a las herramientas de calibración 150a y 150a', es decir, si en estas últimas herramientas de calibración la fuerza de calibración K no es adecuada durante la calibración, por lo que las herramientas de calibración 150b o 150b' son más adecuadas. El dispositivo de control 11 acciona entonces el accionamiento 33b para el movimiento de avance 29b, mientras que el portaherramientas 20a, por así decirlo, está estacionado en el exterior y no interfiere. Por ejemplo, las herramientas de calibración 150b y 150b' también presentan contornos de calibración, a saber, primero y segundo 152b y 152b', que son diferentes en la circunferencia exterior.

20 Favorablemente, los diámetros de los contornos de calibración 152b y 152b' difieren de los diámetros de los contornos de calibración 152a y 152a', de modo que, en principio, el dispositivo de control 11 puede utilizar el tercer y cuarto contorno de calibración.

25 Se entiende que las herramientas de calibración o los contornos de calibración dimensionados de manera diferente no tienen que estar conectados permanentemente al accionamiento respectivo 33a o 33b. También es posible una configuración con un cambiador de herramientas o un dispositivo de cambio de herramientas 100. Esto se verá con claridad en la figura 6. Por ejemplo, si las herramientas de calibración 150a 'o 150a no permiten la calibración con una fuerza de calibración K adecuada, el dispositivo de control 11 puede recoger, por así decirlo, desde el cambiador de herramientas o desde el dispositivo de cambio de herramientas, las herramientas de calibración 150c y 150c' dispuestas en un portaherramientas 20c. Para este propósito, por ejemplo, es concebible un movimiento transversal correspondiente del dispositivo de posicionamiento 15. Sin embargo, también es posible que el dispositivo de cambio de herramientas 100 disponga activamente el portaherramientas 20a o 20c en el portaherramientas 23, es decir, cambia activamente las herramientas. Las herramientas de calibración 150a' y 150a y las herramientas de calibración 150c' y 150c difieren, por ejemplo, con respecto a su circunferencia exterior y/o su geometría exterior. Como se mencionó anteriormente, es ventajoso si, por ejemplo, cuanto más cerca del extremo longitudinal libre están dispuestos los portaherramientas 20a y 20c, las herramientas de calibración 150a y 150c presentan una circunferencia exterior más pequeña que los más alejados respectivamente en las herramientas de calibración 150a' y 150c'.

30 El recorrido de la fuerza de calibración K también puede ser dependiente de su trayecto. Por lo tanto, el dispositivo de calibración 10, 110 presenta preferentemente un dispositivo de medición de trayecto 106 que sirve para medir una extensión de trayecto del movimiento de avance 29. De esta manera, el dispositivo de control 11 puede determinar, por ejemplo, cuál de las herramientas de calibración 50a o 50a' ya ha realizado una calibración.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de calibración para calibrar una abertura de cojinete (85) de una pieza de trabajo (70), en particular de un componente de motor (71), por ejemplo una biela, presentando el dispositivo de calibración (10; 110) al menos una herramienta de calibración (50; 150) que presenta en su circunferencia exterior al menos un contorno de calibración (52; 152), con el que se puede calibrar un contorno interior de cojinete (84), que sirve como superficie de cojinete de la abertura de cojinete (85), moviéndose para calibrar la abertura de cojinete (85) al menos un contorno de calibración (52; 152) por medio de un movimiento de avance (29a, 29b) a lo largo de una vía de calibración (28), a lo largo del contorno interior de cojinete (84), comprendiendo el dispositivo de calibración (10; 110) un dispositivo de posicionamiento (15) para posicionar la pieza de trabajo (70) y al menos una herramienta de calibración (50; 150) respecto a la vía de calibración (28) en relación unas con respecto a las otras, caracterizado porque el dispositivo de calibración comprende un dispositivo de medición de fuerza (16) para la detección de una fuerza de calibración (K) que actúa sobre la pieza de trabajo (70), en particular sobre el contorno interior de cojinete (84) durante el proceso de calibración y un dispositivo de control (11) para el control del dispositivo de posicionamiento (15) en función de la fuerza de calibración (K), comprendiendo un primer contorno de calibración (52a) y al menos un segundo contorno de calibración (52b), que están diseñados de manera diferente en sus circunferencias exteriores, en particular en términos de su diámetro, y porque el dispositivo de control (11) está diseñado para activar el dispositivo de posicionamiento (15) en función de la fuerza de calibración (K) para avanzar el primer contorno de calibración (52a) y/o al menos un segundo contorno de calibración (52b) hacia el interior de la abertura de cojinete (85) o a través de la abertura de cojinete (85).
- 15 2. Dispositivo de calibración según la reivindicación 1, caracterizado porque la fuerza de calibración (K) comprende una fuerza de accionamiento (A) del dispositivo de posicionamiento (15) requerida para el movimiento de avance (29a, 29b) y / o una fuerza de soporte (S1, S2) que actúa sobre la herramienta de calibración o un soporte de la pieza de trabajo (40) para sujetar la pieza de trabajo (70).
- 20 3. Dispositivo de calibración según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el dispositivo de control (11) está diseñado para enviar una señal de advertencia a los medios de visualización (105) del dispositivo de calibración (10; 110) y/o para controlar, en particular para detener el movimiento de avance del dispositivo de posicionamiento (15) en función de si por la fuerza de calibración (K) supera un valor umbral máximo (KO) o si la fuerza de calibración (K) no supera un valor umbral mínimo (KU), y / o en base a una comparación de un recorrido (KV) de la fuerza de calibración (K) con un recorrido predeterminado (KS).
- 30 4. Dispositivo de calibración según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el primer contorno de calibración (52a) y al menos un segundo contorno de calibración (52b) están ubicados en un portaherramientas común (20a, 20b) o en un portaherramientas separado (20a, 20b).
- 35 5. Dispositivo de calibración según la reivindicación 4, caracterizado porque el dispositivo de posicionamiento (15) está diseñado para hacer avanzar el primer contorno de calibración (52a) y al menos un segundo contorno de calibración (52b) hacia la abertura de cojinete (85) desde el mismo lado o desde los lados opuestos.
- 40 6. Dispositivo de calibración según una reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el primer contorno de calibración (52a) y al menos un segundo contorno de calibración (52b) presentan una distancia longitudinal con respecto a la vía de calibración (28).
- 45 7. Dispositivo de calibración según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el primer contorno de calibración (52a) y/o al menos un segundo contorno de calibración (52b) son parte de una herramienta de calibración (50a, 50b) con al menos un contorno de calibración adicional (52).
- 50 8. Dispositivo de calibración según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque una distancia del primer contorno de calibración (52a) y al menos un segundo contorno de calibración (52b) relativa a la vía de calibración (28) está dimensionada de manera que éstos encastran simultáneamente en la abertura de cojinete (85) o no encastran simultáneamente en la abertura de cojinete (85).
- 55 9. Dispositivo de calibración según una las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque comprende un dispositivo de medición de distancia (106) para medir un extensión de trayecto del movimiento de avance (29a, 29b).
- 60 10. Dispositivo de calibración según la reivindicación 9, caracterizado porque el dispositivo de control (11) está diseñado para controlar el dispositivo de posicionamiento (15) en función de una relación de la extensión de trayecto y la fuerza de calibración (K).

11. Dispositivo de calibración según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el dispositivo de medición de fuerza (16) comprende al menos un medidor de tensión (102) y/o una celda de carga (103) (103) y/o un dispositivo de medición capacitivo (104) y/o un dispositivo de medición de corriente (34).
- 5 12. Dispositivo de calibración según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque comprende un dispositivo de cambio de herramienta (100) para cambiar la herramienta de calibración o un portaherramientas (20a, 20b) que porta la herramienta de calibración, y/o porque el dispositivo de posicionamiento (15) está diseñado para cambiar la herramienta de calibración o un portaherramientas (20a, 20b) que porta la herramienta de calibración.
- 10 13. Dispositivo de calibración según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el dispositivo de posicionamiento (15) comprende un dispositivo de posicionamiento de herramientas (21) para posicionar al menos una de las herramientas de calibración (50; 150) en relación con la pieza de trabajo (70) y/o un dispositivo de posicionamiento de pieza de trabajo (41) para posicionar la pieza de trabajo (70) en relación con al menos una de las herramientas de calibración (50; 150).
- 15 14. Procedimiento de calibración para calibrar una abertura de cojinete (85) de una pieza de trabajo (70), en particular de un componente del motor (71) como una biela, con un dispositivo de calibración (10; 110) que comprende al menos una herramienta de calibración (50; 150) que presenta en su circunferencia exterior al menos un contorno de calibración (52) (52; 152), mediante el cual se puede calibrar un contorno interior de cojinete (84) de la abertura de cojinete (85), que sirve como superficie de cojinete, en donde en el proceso de calibración al menos un contorno de calibración (52; 152) se mueve a lo largo de una vía de calibración (28) por medio de un movimiento de avance (29a, 29b) a lo largo del contorno interior de cojinete (84) para calibrar la abertura de cojinete (85), comprendiendo el procedimiento de calibración posicionar la pieza de trabajo (70) y al menos una herramienta de calibración (50; 150) en relación con la vía de calibración (28) unas respecto a las otras, el dispositivo de calibración (10; 110) utilizando un dispositivo de posicionamiento (15), caracterizado por
- 20 - la detección de una fuerza de calibración (K) que actúa sobre la pieza de trabajo (70), en particular sobre el contorno interior de cojinete (84) durante el proceso de calibración por medio de un dispositivo de medición de fuerza (16) y
- 25 - el control del dispositivo de posicionamiento (15) en función de la fuerza de calibración (K) por medio de un dispositivo de control (11), comprendiendo el dispositivo de calibración un primer contorno de calibración (52a) y al menos un segundo contorno de calibración (52b), que están diseñados de manera diferente en sus circunferencias exteriores, en particular en términos de su diámetro, y en donde el dispositivo de control (11) está diseñado para controlar el dispositivo de posicionamiento (15) en función de la fuerza de calibración (K) para avanzar el primer contorno de calibración (52a) y/o al menos un segundo contorno de calibración (52b) hacia el interior de la abertura de cojinete (85)
- 30 o a través de la abertura de cojinete (85).
- 35

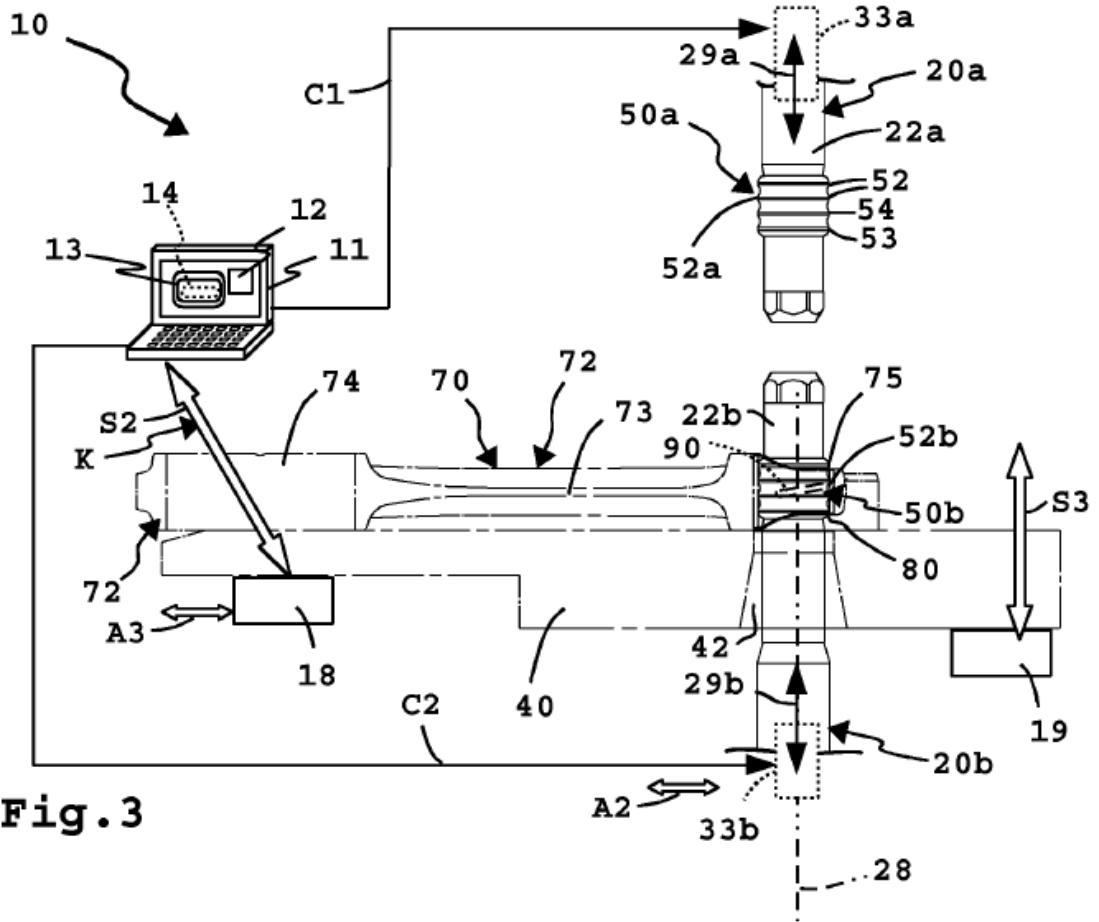


Fig. 3

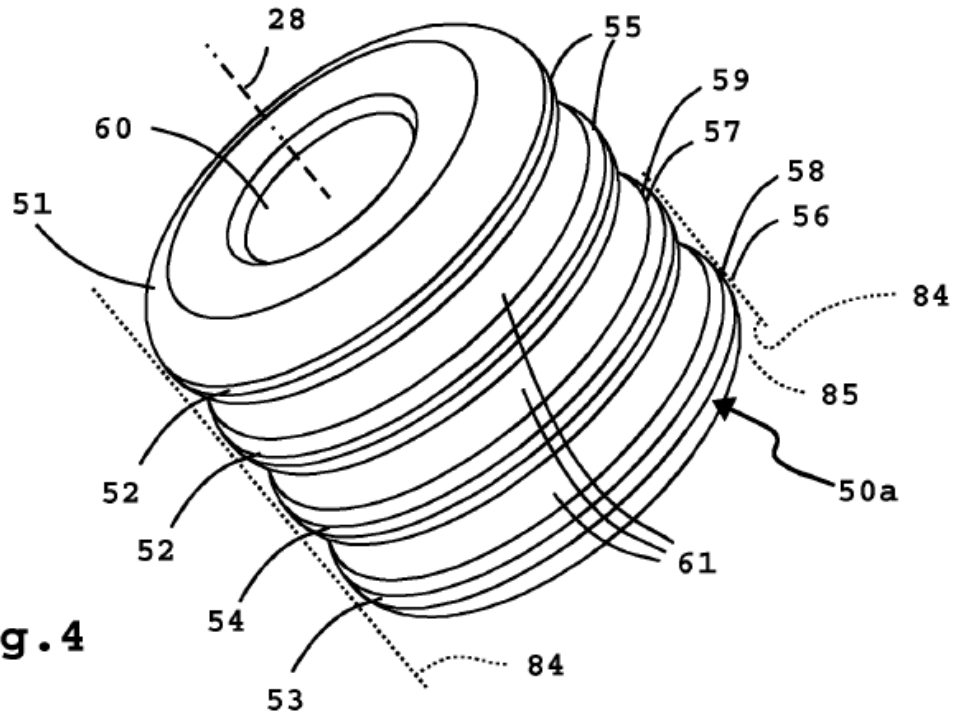


Fig. 4

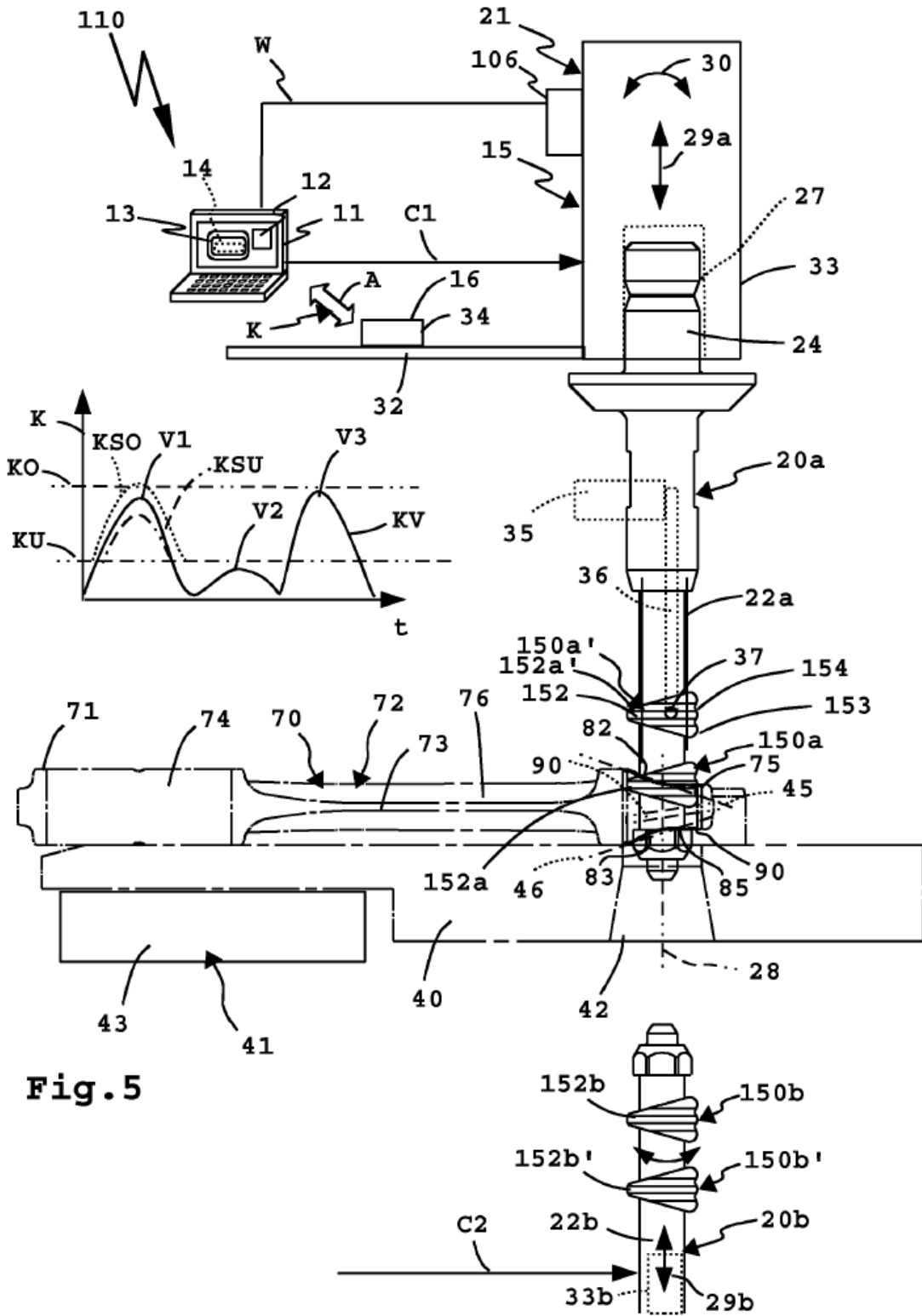


Fig. 5

