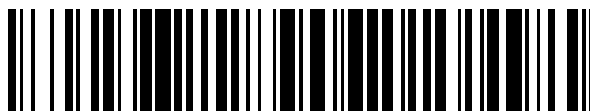


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 794 859**

51 Int. Cl.:

B23Q 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.06.2018** **E 18178007 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2020** **EP 3581328**

54 Título: **Unidad de máquina herramienta con control de excentricidad axial y procedimiento de prueba para el estado de sujeción**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.11.2020

73 Titular/es:

FRANZ KESSLER GMBH (100.0%)
Franz-Kessler-Straße 2
88422 Bad Buchau, DE

72 Inventor/es:

VAN SPRANG, JOACHIM y
WEING, HARALD

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 794 859 T3

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

DESCRIPCIÓN

Unidad de máquina herramienta con control de excentricidad axial y procedimiento de prueba para el estado de sujeción

5 La invención se refiere a una unidad de máquina herramienta motorizada de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y a un procedimiento para verificar el estado de sujeción de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 7.

10 Se conoce una máquina herramienta del estado del estado de la técnica, por ejemplo, del documento EP 1 889 685 B1, en la que el contorno superficial de la superficie periférica del cabezal del husillo se examina mediante un medidor de cuadrante para determinar si hay alguna deformación. Tal deformación se atribuye entonces al hecho de que se sujetó una viruta en el área entre la superficie externa de la herramienta y la superficie interna del portaherramientas.

Además, del documento DE 101 44 643 A1, se conoce un dispositivo para determinar estados operativos de un sistema de rotor-estator, con el cual, por ejemplo, los desplazamientos del rotor, causados por fuerzas centrífugas o fuerzas de mecanizado durante la operación, se pueden medir utilizando varios sensores de distancia.

15 El objeto de la invención es proponer una unidad de máquina-herramienta accionada por motor o un procedimiento de prueba para el estado de sujeción, con el cual la precisión de la mecanización puede ser mejorada por la máquina herramienta correspondiente.

El objeto se logra sobre la base de una unidad de máquina herramienta motorizada o un procedimiento de prueba del tipo mencionado al principio por medio de las características que caracterizan la reivindicación 1 y la reivindicación 7, respectivamente.

20 Los diseños y desarrollos ventajosos de la invención son posibles a través de las medidas mencionadas en las reivindicaciones dependientes.

25 La unidad de máquina herramienta motorizada de acuerdo con la invención comprende una unidad de estator y una unidad de rotor, estando la unidad de rotor montada en forma giratoria alrededor de un eje de rotación. La unidad del rotor que gira en relación con la unidad del estator generalmente pertenece a un accionamiento de husillo motorizado. Se prevé una unidad portaherramientas para sujetar una herramienta que, a su vez, es parte del cabezal del husillo de la unidad de rotor. La herramienta que se alojará en la unidad portaherramientas se sujeta con un dispositivo de sujeción de herramientas para sujetarla. Para la sujeción, este dispositivo de sujeción de herramientas está sometido, a su vez, a una fuerza de sujeción y se ajusta en la dirección longitudinal del eje de rotación. Parte del dispositivo de sujeción puede introducirse, por ejemplo, en un receptáculo cónico, de modo que la herramienta puede sujetarse, a su vez, con una fuerza de acción radial. Al liberar la fuerza de sujeción, la herramienta sujeta también se puede liberar.

35 De acuerdo con la invención, se prevé un dispositivo de prueba para probar el estado de sujeción de la herramienta, que tiene exactamente un cabezal de sensor para la detección basada en el sensor que, en principio, ya puede ahorrar costos, porque a menudo se usan múltiples sensores en máquinas herramienta convencionales del estado de la técnica. El cabezal del sensor comprende la unidad estructural propiamente dicha o el sensor propiamente dicho que, finalmente, lleva a cabo la detección basada en el sensor. Todo el dispositivo de prueba puede comprender, por ejemplo, electrónica de evaluación y/o una unidad electrónica para procesar los datos del sensor.

40 Por consiguiente, la unidad de máquina herramienta de acuerdo con la invención se caracteriza porque el cabezal del sensor está dispuesto en la unidad del estator en una posición fija de tal manera que mide la distancia a una parte frontal del cabezal del husillo que gira con relación al cabezal del sensor. El cabezal del sensor está así dispuesto en posición vertical en relación con la unidad del rotor, es decir, no se trata de un sensor que gira con la unidad del rotor, sino que el cabezal del sensor puede asignarse a la unidad de estator. Ventajosamente, el cabezal del sensor mide una distancia que corre esencialmente paralela al eje de rotación, es decir, a una parte frontal de la cabeza de husillo. La unidad de máquina herramienta de acuerdo con la invención aprovecha el hecho de que una deformación por una viruta no tiene automáticamente un efecto únicamente en la superficie circunferencial, sino que también hay cambios en el área del lado frontal de la unidad de rotor o la cabeza del husillo. La cabeza del husillo generalmente también se deforma en la cara frontal en caso de excentricidad axial y/o es desplazada por la excentricidad axial en relación con su alineación respecto del eje de rotación, de modo que, en este caso, también se puede determinar un desplazamiento de la unidad de rotor en el lado frontal.

50 La disposición del cabezal del sensor, que permite una medición de la distancia de la cara frontal, puede registrar ventajosamente un rango mucho más amplio de errores. Además, tal disposición ofrece la ventaja de que es posible un diseño más delgado y que ahorre más espacio de la unidad de máquina herramienta.

55 De manera análoga, un procedimiento de acuerdo con la invención para verificar el estado de sujeción de una herramienta sujeta en una unidad portaherramientas de una unidad de rotor de una unidad de máquina herramienta motorizada comprende las siguientes etapas de procedimiento:

- suministro de un cabezal de sensor para determinar una distancia
- disposición del cabezal del sensor en una posición fija en la unidad del estator
- medición de la distancia del cabezal del sensor desde una parte frontal de la unidad del rotor
- 5 - registro de una secuencia cronológica y/o relacionada con la posición de los valores de distancia medidos con el cabezal del sensor
- determinación de una excentricidad axial solo teniendo en cuenta la secuencia cronológica de los valores de distancia medidos a la parte frontal de la cabeza de husillo que gira en relación con el cabezal del sensor.

En particular, se usa exactamente un cabezal de sensor para registrar los valores de distancia. El cabezal del sensor, que forma parte de la unidad del estator, registra valores de distancia cronológicamente sucesivos en una ubicación fija con respecto a la unidad de rotor giratorio. Así, los valores de distancia relacionados con la posición también pueden obtenerse de manera ventajosa, ya que la velocidad angular de la unidad de rotor se conoce regularmente en la máquina herramienta.

El sensor puede determinar la distancia a una superficie de la unidad de rotor que es perpendicular a ella o también a una superficie inclinada, posiblemente un anillo de medición. La superficie de medición en general está ubicada ventajosamente en el área de la interfaz de la herramienta del husillo, ya que típicamente no solo los errores que ocurren durante la sujeción emergen claramente aquí, sino también los desplazamientos de la unidad del rotor o el eje de rotación.

Para permitir un análisis de errores mejorado, el dispositivo de prueba está diseñado para registrar una secuencia cronológica y/o relacionada con la posición de al menos dos valores de distancia o al menos dos series sucesivas de al menos dos valores de distancia. Así, por ejemplo, una excentricidad axial se puede determinar únicamente a partir de la secuencia cronológica o la secuencia de valores de distancia relacionada con la posición. Esta medida permite registrar un estado de sujeción particularmente bien, ya que los errores típicos, como la aparición de una viruta en el área del dispositivo de sujeción, están asociados con una excentricidad axial, que se nota porque la distancia frontal entre la cabeza del husillo giratoria y el cabezal del sensor estacionario no permanece constante, sino que cambia en el proceso temporal o relacionado con la posición.

De una manera particularmente ventajosa, se pueden registrar dos series de valores medidos para poder hacer una comparación entre las dos series, por ejemplo, la comparación en el caso de una herramienta sujeta en una unidad de máquina herramienta nueva o limpia (como la primera serie) en comparación con una unidad de máquina herramienta en operación regular en la cual básicamente se ha de contar con suciedad (como serie adicional). Con la primera serie, se registra y define como tal un estado de sujeción ideal o un estado de sujeción que sirve como referencia. Los valores de referencia se pueden usar como valores teóricos.

Para verificar el estado de sujeción en forma exhaustiva y precisa, se puede registrar una serie de valores de distancia para cada herramienta utilizada como referencia en una realización del procedimiento de prueba. En particular, se tiene en cuenta que las herramientas en general difieren geométricamente entre sí, de modo que es posible una comparación precisa de los valores medidos. Cada herramienta está sujeta a tolerancias de fabricación individuales, por lo que las herramientas del mismo tamaño y del mismo tipo no suelen coincidir geométricamente, sino que tienen errores de geometría. Por lo tanto, esta medida puede registrarse con mucha precisión en el estado de sujeción actual.

Además, la excentricidad axial puede determinarse de manera mucho más confiable por la invención de lo que previamente ha sido posible de acuerdo con el estado de la técnica.

Dado que se realiza ventajosamente una comparación del curso de los valores medidos durante la revolución del husillo de acuerdo con la invención, las deformaciones térmicas en el husillo, que generalmente son procesos lentos, también pueden mantenerse fuera de la evaluación.

Básicamente, las mediciones de referencia se pueden realizar en cualquier momento. También puede ser aconsejable realizar mediciones a intervalos regulares y, si es necesario, utilizar registros de datos más actuales como mediciones de referencia. Una medición de referencia en estado nuevo o limpio ayuda a evitar que, por ejemplo, se introduzcan virutas en el portaherramientas o mandril de sujeción y se falsifique la medición. Sin embargo, se puede usar un nuevo registro de mediciones de referencia para verificar si los valores de distancia generalmente cambian como resultado de la operación regular, el desgaste, o similares.

Contrariamente a un prejuicio técnico, no es necesario utilizar dos sensores que midan un estado de sujeción, por ejemplo, en diferentes posiciones angulares en un plano perpendicular al eje de rotación para determinar las desviaciones en diferentes posiciones angulares y poder utilizar los datos para la evaluación. Más bien, una medición en una sola posición angular es suficiente, teniendo en cuenta la comparación con un valor teórico de manera ventajosa.

La unidad de rotor puede presentar un elemento adicional específicamente para la medición, con respecto al cual se

realiza la medición o al que el cabezal del sensor mide la distancia. Dependiendo del tipo de cabezal del sensor, el anillo de medición puede presentar las propiedades ventajosas para la medición, por ejemplo, puede estar hecho de un material apropiado o puede presentar marcas de medición. El tamaño del anillo de medición, similar a una palanca, también puede aumentar el efecto, es decir, una pequeña deformación tiene un mayor impacto en una distancia más larga, por lo que el dispositivo de prueba puede lograr una mayor sensibilidad de medición y precisión de medición. En el caso de los sensores inductivos, en particular los sensores de corriente parásita, puede ser ventajoso si el material utilizado para el anillo de medición es eléctricamente conductor, pero que no tenga propiedades ferromagnéticas, sino solo se debe tener en cuenta la inducción de una tensión. El anillo de medición puede estar hecho, por ejemplo, de aluminio que es ligero y forma una capa de óxido pasivante en la superficie y, por lo tanto, también es resistente a la corrosión.

En un ejemplo de realización de la invención, el anillo de medición se puede colocar, por ejemplo, en la cabeza del husillo. También es concebible que la cabeza del husillo y el anillo de medición estén hechos de una sola pieza, es decir, estén firmemente conectados entre sí o hechos de un material. Por razones de producción, la última forma de realización mencionada es útil, por ejemplo, si la cabeza del husillo y el anillo de medición pueden estar hechos del mismo material. Además, un anillo de medición tiene la ventaja de que las marcas de referencia también se pueden aplicar casi arbitrariamente sin que la funcionalidad de la unidad de rotor se vea afectada, como resultado de lo cual se puede mejorar la calidad de la medición.

Si se registra una secuencia de valores medidos y, por ejemplo, se compara con una secuencia adicional de valores medidos, se conoce ventajosamente la relación de fase entre las dos secuencias o series de valores medidos. Al menos los valores de medición por comparar deben asignarse de manera que haya una relación de fase constante para que la evaluación pueda proporcionar resultados significativos. Por lo general, es ventajoso si siempre hubo un lapso de tiempo constante entre las mediciones entre dos valores de medición sucesivos en la secuencia respectiva y/o si la unidad de rotor ha girado en el mismo ángulo, para que las diferencias de ángulo entre las posiciones en las que se tomó la medición se puedan comprender usando la medición. En un desarrollo adicional de la invención, se puede establecer ventajosamente un punto inicial cuando se registra la secuencia de valores de distancia. Para este fin, el anillo de medición presenta ventajosamente una marca de referencia, por ejemplo, en forma de una ranura, un orificio, otro rebajo o una elevación. En principio, también es concebible una marca óptica.

De acuerdo con la invención, los valores de distancia son registrados por un solo cabezal del sensor. En el caso de un rebajo o elevación, por ejemplo, la marca de referencia puede cambiar la distancia para que el dispositivo de prueba reconozca esto como un punto inicial. Sin embargo, también es concebible llevar a cabo la detección del punto inicial solo de una manera sensorial diferente, por ejemplo, por medio de una marca óptica. Esto puede ser registrado por un sensor de disparo separado que, de lo contrario, no proporciona un valor de distancia para la evaluación, es decir, no representa un cabezal de sensor adicional en el sentido de la invención para la medición de distancia.

Una marca óptica puede tener la ventaja de que puede conectarse a un componente giratorio rápido con menos desequilibrio. Además, se puede hacer una distinción más clara entre una desviación debido a una excentricidad axial y el punto inicial si la marca de referencia no puede interpretarse también como deformación, como es el caso de una ranura o una elevación.

En principio, se pueden concebir diferentes tipos de sensores, que son adecuados para el cabezal del sensor y con los que se puede determinar la distancia a la unidad del rotor o al anillo de medición. Los sensores de distancia sin contacto se pueden usar ventajosamente ya que el cabezal del sensor está instalado en la unidad del estator, y se debe determinar la distancia a una parte de la unidad del rotor. En un desarrollo particularmente preferido de la invención, se usa un sensor de corriente parásita que, en particular, generalmente es insensible al aceite, agua o polvo no metálico, que debe tenerse en cuenta cuando la máquina herramienta está en funcionamiento. Un sensor de corriente parásita se puede ver como un sensor inductivo. Sin embargo, también son concebibles ejemplos de realización con sensores capacitivos u ópticos.

En una realización ventajosa de la invención, en la que se usa un sensor de corriente parásita, el anillo de medición puede estar hecho de un material no ferromagnético, por ejemplo, puede estar hecho de un material paramagnético, por lo que la precisión de medición también se puede aumentar, ya que un material ferromagnético siempre está bajo la influencia de los campos magnéticos que prevalecen en la máquina herramienta. Por lo tanto, si se ha expuesto a un campo magnético, un material ferromagnético mantiene cierta remanencia, incluso si ya no hay un campo externo. Si la magnetización del anillo de medición o la parte de la unidad del rotor a la que se determina la distancia puede influir en la medición, se debe evitar un material ferromagnético y, por ejemplo, se puede seleccionar un sensor de corriente parásita.

Además de las deformaciones, por ejemplo, también se pueden determinar los desplazamientos de la unidad del rotor o del eje de rotación. La secuencia de los valores medidos puede proporcionar información sobre el caso en cuestión. En el caso de una deformación, por ejemplo, se ha de contar con una desviación periódica recurrente de los valores de distancia correlacionados con la frecuencia de la unidad del rotor. Un desplazamiento del eje de rotación puede estar conectado, por ejemplo, a un valor de distancia que difiere de un valor teórico o valor de referencia medido previamente, no solo cuando la unidad del rotor se desplaza a lo largo del eje de rotación, sino también cuando el eje de rotación de la unidad del rotor está ligeramente inclinado.

Para la evaluación, generalmente es ventajoso determinar la diferencia entre los valores medidos actuales y los valores de referencia respectivos para poder reconocer y evaluar las desviaciones. Dado que se registra una secuencia cronológica de valores de distancia a la unidad de rotor giratorio, la señal de medición se puede dividir en un espectro continuo utilizando una transformada de Fourier. El resultado es que las desviaciones geométricas, es decir, los valores de distancia desviados se asignan de acuerdo con la frecuencia con la que aparecen. Si se pueden ver desviaciones geométricas más grandes, sobre todo en forma singular, en el espectro, generalmente se puede suponer una excentricidad axial.

Para simplificar la evaluación y hacerla más eficaz, la transformada de Fourier no tiene que calcularse exactamente, sino también se pueden utilizar, por ejemplo, algoritmos tales como una transformada de Fourier rápida (FFT) o discreta (FFT). Como resultado, la evaluación también se puede implementar más fácilmente en una unidad electrónica del dispositivo de prueba.

Al analizar los valores de distancia, la diferencia entre los valores de distancia se puede llevar a cabo antes de la transformada de Fourier o, por el contrario, las secuencias se transforman primero por Fourier por separado y luego se forma la diferencia entre los resultados. En cambio, las señales de tiempo también se pueden promediar, es decir, los valores medidos de una secuencia grabada se promedian, de modo que, por ejemplo, hay una secuencia de valores medios relacionados con la posición. Los valores medios respectivos de las secuencias individuales se restan entre sí para registrar la desviación.

Si el dispositivo de prueba detecta una excentricidad axial, se pueden concebir varias medidas. Si el error es grave y el funcionamiento de la unidad del rotor está muy influenciado, el dispositivo de prueba puede enviar los datos o los comandos correspondientes a la unidad de control de la máquina herramienta (por ejemplo, el sistema de control de la máquina) para incluso apagar la máquina si es necesario. También es concebible que, en caso de desviaciones menores, la intervención se realice mediante dispositivos de posicionamiento para alinear la herramienta en consecuencia. Si los máximos locales se muestran en la secuencia de evaluación, puede haber una excentricidad axial. Dado que cada medición está asociada fundamentalmente con errores estadísticos y sistemáticos, debe esperarse que se produzcan desviaciones de la medición de referencia incluso en el funcionamiento normal sin excentricidad axial. Por lo tanto, es ventajoso determinar un valor umbral a partir del cual se debe suponer una excentricidad axial. Si es necesario, este umbral también se puede corregir nuevamente. Esta evaluación puede llevarse a cabo de manera implementada por ordenador. En la transformada de Fourier, se puede usar un valor de frecuencia especial para examinar si se ha excedido el valor umbral, por ejemplo, a la frecuencia de rotación de la unidad de rotor. Del mismo modo, por ejemplo, los valores medios calculados de acuerdo con un procedimiento de evaluación adicional se basan en la posición, de modo que también se puede hacer una comparación aquí en un punto específico en cuanto a si se ha excedido o no el valor umbral. Las deformaciones en puntos individuales generalmente mostrarán desviaciones que ocurren periódicamente con la frecuencia de rotación de la unidad de rotor.

La secuencia de evaluación, que se examina para máximos locales, puede presentar los siguientes cálculos, por ejemplo:

- formación de una diferencia entre la primera y segunda secuencia temporal (y posteriormente una transformada de Fourier, en particular una transformada de Fourier discreta, preferiblemente una FFT y/o una DFT, la diferencia previamente formada entre la primera y segunda secuencia temporal y/o relacionada con la posición y/o
- una transformada de Fourier, en particular una transformada de Fourier discreta, preferiblemente una FFT y/o DFFT, en cada caso de la primera y segunda secuencia temporal y/o relacionada con la posición y posteriormente formación de una diferencia entre las respectivas secuencias temporales primera y segunda transformadas por Fourier y/o
- formación del valor medio de la primera y/o segunda secuencia temporal y/o relacionada con la posición con la posterior formación de diferencia entre los valores medios.

Ejemplos

Los ejemplos de realización de la invención se ilustran en los dibujos y se explican con más detalle a continuación con la especificación de detalles y ventajas adicionales.

En detalle:

Fig. 1 muestra una representación esquemática de una unidad de máquina herramienta de acuerdo con la invención,

Fig. 2 muestra una representación esquemática de un extracto del procedimiento de prueba de acuerdo con la invención para probar el estado de sujeción,

Fig. 3 muestra una representación de una imagen de deformación como resultado de la evaluación, así como

Fig. 4 muestra un diagrama para ilustrar la secuencia en funcionamiento en serie.

La Figura 1 muestra una representación esquemática de una unidad 1 de máquina herramienta con una unidad 2 de estator y una unidad 3 de rotor, en donde, en la Figura 1, el cabezal del husillo se ha de considerar sobre todo parte de la unidad 3 de rotor. La unidad 2 de estator presenta un anillo 4 en el que se une un cabezal de sensor en forma de sensor 5 axial. La unidad 3 de rotor comprende un anillo 6 de medición hecho de aluminio. El sensor 5 axial está dispuesto de tal manera que mide la distancia a una cara frontal de la unidad 3 de rotor. Esta superficie, a la que se determina la distancia, se encuentra en el anillo 6 de medición. El sensor 5 axial está diseñado como un sensor de corriente parásita para poder obtener mediciones lo más precisas posible a pesar de cualquier contaminación.

El cabezal 5 de sensor/sensor 5 axial está conectado a una unidad 7 electrónica; ambos forman juntos el dispositivo 8 de prueba que, a su vez, está conectado al control 9 de la máquina, de modo que el control puede ser intervenido en caso de excentricidades axiales excesivas.

Solo se proporciona un cabezal 5 de sensor. Es concebible utilizar adicionalmente un sensor de activación, por ejemplo, para reconocimiento de una marca de referencia óptica en el anillo 6 de medición, en donde dicho sensor de activación también se puede disponer en el anillo 4 del sensor, por ejemplo. Con dicho sensor de activación, solo se activa el punto inicial para las mediciones, de modo que las relaciones de fase de los valores medidos entre sí se pueden establecer más fácilmente durante la evaluación. Un sensor de activación no es absolutamente necesario y tampoco se muestra en la Figura 1.

La unidad 2 de estator comprende una cubierta 10 para el anillo 4 de sensor y también una cubierta 11 de cojinete. Un dispositivo 12 de sujeción de herramienta está unido a la unidad 3 de rotor (el anillo cónico se muestra en la Figura 1).

Con las herramientas disponibles, que se sujetan al portaherramientas, primero se registra una secuencia 20 de valores medidos de referencia con la nueva unidad 1 de máquina herramienta. En funcionamiento, luego se determina una nueva secuencia 21 de valores de distancia para cada herramienta, por lo general, a una velocidad de rotación constante de la unidad 3 de rotor. La diferencia 22 se forma en la Fig. 2. Luego se realiza un análisis 23 de frecuencia de la señal en forma de una transformada de Fourier. Se verifica (etapa 24 de procedimiento) si hay un máximo a una frecuencia determinada, por ejemplo, a la frecuencia de rotación de la unidad 3 de rotor o en qué frecuencias aparecen tales máximos. Si estos exceden un valor umbral, por ejemplo, hay una deformación debido a una viruta que se halla en el portaherramientas (evaluación de amplitud: etapa 25 de procedimiento).

En la Figura 3, se muestran imágenes de deformación típicas, en donde no hay ninguna viruta en la ilustración A y la distribución de amplitud es mucho más uniforme en todo el rango angular, mientras que, en la ilustración B, se sujeta una viruta en el portaherramientas y se produce una distorsión significativa (entre 10-11 h y 4-5 h) con amplitudes más altas. El valor umbral también se puede determinar en consecuencia. En la ilustración C, la viruta se encuentra en una posición angular diferente, de modo que la ilustración C difiere de la ilustración B principalmente con respecto a la fase alrededor de $\Delta\phi$.

En la operación en serie, la verificación del estado de sujeción se puede realizar en períodos muy cortos de la fase de arranque. En la Figura 4, la unidad 3 de rotor se acelera en los primeros 60 ms (fase I), luego se realiza un cálculo del valor medido en la fase II (duración: aproximadamente 90 ms, a velocidad constante de la unidad 3 de rotor). Se utilizan aproximadamente 100 ms para el análisis posterior en la fase III. Si no se puede determinar una excentricidad axial, puede tener lugar una mayor aceleración en la fase IV. De lo contrario, puede ser necesario reducir la velocidad en la fase IV por razones de seguridad.

Lista de símbolos de referencia:

- 1 unidad de máquina herramienta
- 2 unidad de estator
- 3 unidad de rotor
- 4 anillo de sensor
- 5 sensor axial
- 6 anillo de medición
- 7 unidad electrónica
- 8 dispositivo de prueba
- 9 control de la máquina
- 10 cubierta
- 11 cubierta de cojinete

	12	anillo cónico/dispositivo de sujeción de herramientas
	20	señal de referencia
	21	señal de medición
	22	operador de diferencia
5	23	análisis de frecuencia
	24	búsqueda de frecuencia
	25	evaluación de amplitud
	A	patrón de deformación (sin viruta)
	B, C	patrones de deformación (con viruta, en diferentes posiciones)
10	I	fase de aceleración
	II	cálculo de datos
	III	análisis
	IV	aceleración/desaceleración
	$\Delta\phi$	diferencia de fase
15		

REIVINDICACIONES

1. Unidad (1) de máquina herramienta motorizada con una unidad (2) de estator y una unidad (3) de rotor giratoria alrededor de un eje de rotación, en donde la unidad (3) de rotor comprende una cabeza de husillo con una unidad (12) portaherramientas con un dispositivo de sujeción de herramienta que se puede ajustar en la dirección longitudinal del eje de rotación y puede actuar mediante una fuerza de sujeción, para sujetar y fijar una herramienta desmontable y fijable, caracterizada por que se prevé un dispositivo de prueba para verificar el estado de sujeción de la herramienta, que tiene exactamente un cabezal de sensor para la detección del sensor, en donde el cabezal del sensor en la unidad (2) del estator está dispuesta en una posición fija de manera tal que mide la distancia a una parte frontal de la cabeza del husillo que gira con relación al cabezal (5) del sensor, estando diseñado el dispositivo (8) de prueba para registrar una secuencia cronológica y/o relacionada con la posición de al menos dos valores de distancia y/o al menos dos series sucesivas (20, 21) de al menos dos valores de distancia en cada caso, en particular para determinar una excentricidad axial únicamente a partir de la secuencia cronológica y/o relacionada con la posición de los valores de distancia.
2. Unidad (1) de máquina herramienta de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que la unidad (3) de rotor presenta un anillo (6) de medición y el cabezal (5) del sensor está dispuesto de manera que determina la distancia a la parte frontal del anillo de medición, en donde en particular el anillo (6) de medición está diseñado como una parte separada de la cabeza del husillo, en donde el anillo (6) de medición está colocado en la cabeza del husillo, o en donde en particular el anillo (6) de medición está formado en una sola pieza con la cabeza del husillo.
3. Unidad (1) de máquina herramienta de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizada por que el anillo (6) de medición presenta una marca de referencia para establecer un punto inicial para la evaluación, en particular para la formación de diferencias y/o la transformada de Fourier, al registrar la secuencia de valores de distancia, en donde la marca de referencia está diseñada en particular como rebajo, por ejemplo, como ranura y/o agujero, o como una parte que sobresale del resto del anillo de medición o como marca óptica.
4. Unidad (1) de máquina herramienta de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizada por que se prevé un sensor de activación para detectar la marca de referencia y establecer el punto inicial, en donde el sensor de activación envía el punto inicial, en particular el tiempo de detección de la marca de referencia, al dispositivo de prueba.
5. Unidad (1) de máquina herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones 2-4, caracterizada por que el cabezal (5) del sensor está diseñado como un sensor de corriente parásita y/o como un sensor capacitivo, en donde el anillo (6) de medición consiste en un conductor eléctrico, en particular de un material no magnético y/o no ferromagnético y/o paramagnético, preferiblemente de aluminio.
6. Unidad (1) de máquina herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el dispositivo (8) de prueba está diseñado para determinar un desplazamiento de la unidad (3) de rotor y/o el eje de rotación.
7. Procedimiento para comprobar el estado de sujeción de una herramienta sujeta en una unidad (12) portaherramientas de una unidad (3) de rotor de una unidad (1) de máquina-herramienta motorizada, en donde la herramienta se fija y se sujeta en forma desmontable mediante un dispositivo de sujeción de herramientas de la unidad (12) portaherramientas que puede cargarse con fuerza de sujeción, en donde el dispositivo de sujeción de herramientas se ajusta en la dirección longitudinal del eje de rotación cuando se sujeta la herramienta, en donde la unidad portaherramientas está dispuesta en la cabeza del husillo de la unidad (3) de rotor, en donde la unidad (1) de máquina herramienta presenta una unidad (2) de estator contra la cual la unidad (3) de rotor está montada en forma giratoria alrededor de un eje de rotación, en donde el procedimiento comprende las siguientes etapas de procedimiento:
- suministro de un cabezal (5) de sensor para determinar una distancia
 - disposición del cabezal (5) del sensor en una posición fija en la unidad (2) del estator y
- 45 que se caracteriza por las siguientes etapas de procedimiento:
- medición (II) de la distancia del cabezal (5) del sensor desde una parte frontal de la unidad (3) del rotor
 - registro de una secuencia (20, 21) cronológica y/o relacionada con la posición de los valores de distancia medidos con el cabezal (5) del sensor
 - determinación de una excentricidad (III, 25) axial solo teniendo en cuenta la secuencia cronológica de los valores de distancia medidos a la parte frontal de la cabeza de husillo que gira en relación con el cabezal del sensor.
- 50
8. Procedimiento de prueba de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado por que una primera secuencia temporal y/o relacionada con la posición de los valores de distancia, que se utiliza como una medida (20) de referencia, con una herramienta sujeta idealmente, en particular antes de la primera operación de mecanizado por la unidad de máquina herramienta y/o un proceso de limpieza, preferiblemente de modo individual para cada herramienta utilizada, mientras

que la unidad (3) del rotor gira en relación con la unidad (2) del estator.

5 9. Procedimiento de prueba de acuerdo con una de las reivindicaciones 7-8, caracterizado por que se registra una segunda secuencia (21) temporal y/o relacionada con la posición de los valores de distancia con la herramienta sujeta en una situación operativa, en particular en una situación operativa posterior en comparación con la medición de referencia, mientras que la unidad (3) del rotor gira en relación con la unidad (2) del estator, que se utiliza como medida de comparación para la medición de referencia.

10 10. Procedimiento de prueba de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado por que a la primera y/o segunda secuencia de valores de distancia se le asigna un punto inicial para la evaluación, para poder asignar los valores de distancia de la primera y segunda secuencias (20, 21) entre sí, en particular al formar la diferencia (22) y/o la transformada (23) de Fourier.

11. Procedimiento de prueba de acuerdo con una de las reivindicaciones 9-10, caracterizado por que una secuencia de evaluación de valores se determina por medio de al menos uno de los siguientes cálculos:

15 - formación de una diferencia (22) entre la primera y segunda secuencia (20, 21) temporal y posteriormente una transformada (23) de Fourier, en particular una transformada de Fourier discreta, preferiblemente una FFT y/o una DFT, la diferencia previamente formada entre la primera y segunda secuencia temporal y/o relacionada con la posición y/o

20 - una transformada (23) de Fourier, en particular una transformada de Fourier discreta, preferiblemente una FFT y/o DFFT, en cada caso de la primera y segunda secuencia temporal y/o relacionada con la posición y posteriormente formación de una diferencia (22) entre las respectivas secuencias temporales primera y segunda transformadas por Fourier y/o

- formación del valor medio de la primera y/o segunda secuencia temporal y/o relacionada con la posición con la posterior formación de diferencia entre los valores medios.

25 12. Procedimiento de prueba de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizado por que se busca en la secuencia de evaluación un máximo o al menos dos máximos que excedan un valor umbral (25) predeterminado y en el caso de que se exceda el valor umbral, se supone una excentricidad axial.

13. Procedimiento de prueba de acuerdo con una de las reivindicaciones 11-12, caracterizado por que en la secuencia de evaluación, en particular en la transformada de Fourier, a un valor de frecuencia (24) correspondiente al número de revoluciones por unidad de tiempo de la unidad de rotor, el valor de diferencia de las distancias se compara con un valor umbral y, si se excede el valor umbral (25), se supone una excentricidad axial.

30 14. Procedimiento de prueba de acuerdo con una de las reivindicaciones 9-13, caracterizado por que un desplazamiento de la unidad de rotor y/o el eje de rotación se determina a partir de la diferencia (22) de la primera y segunda secuencia (20, 21) temporal y/o relacionada con la posición.

15. Procedimiento de prueba de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 7-14, caracterizado por que como unidad (1) de máquina herramienta se utiliza una de acuerdo con una de las reivindicaciones 1-6.

35

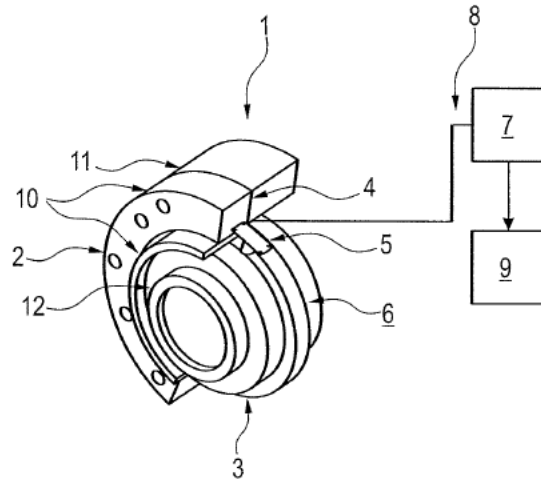


Fig. 1

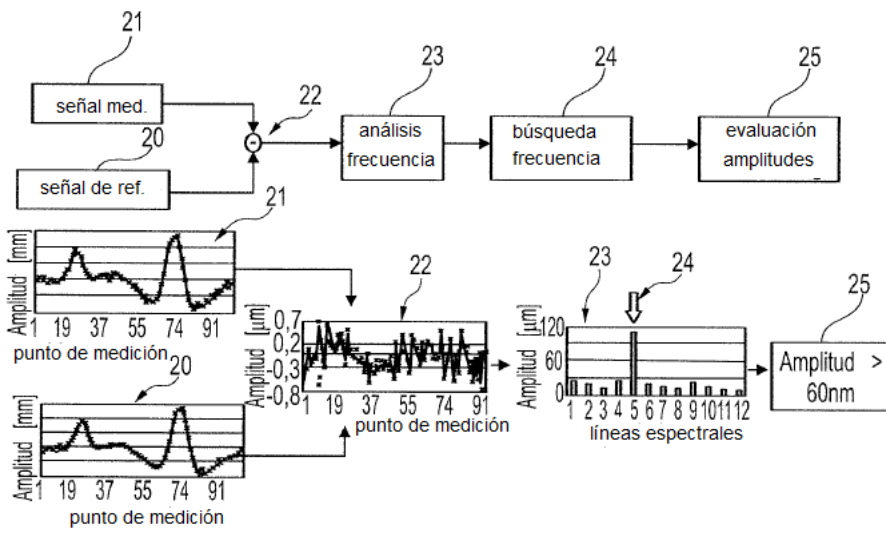


Fig. 2

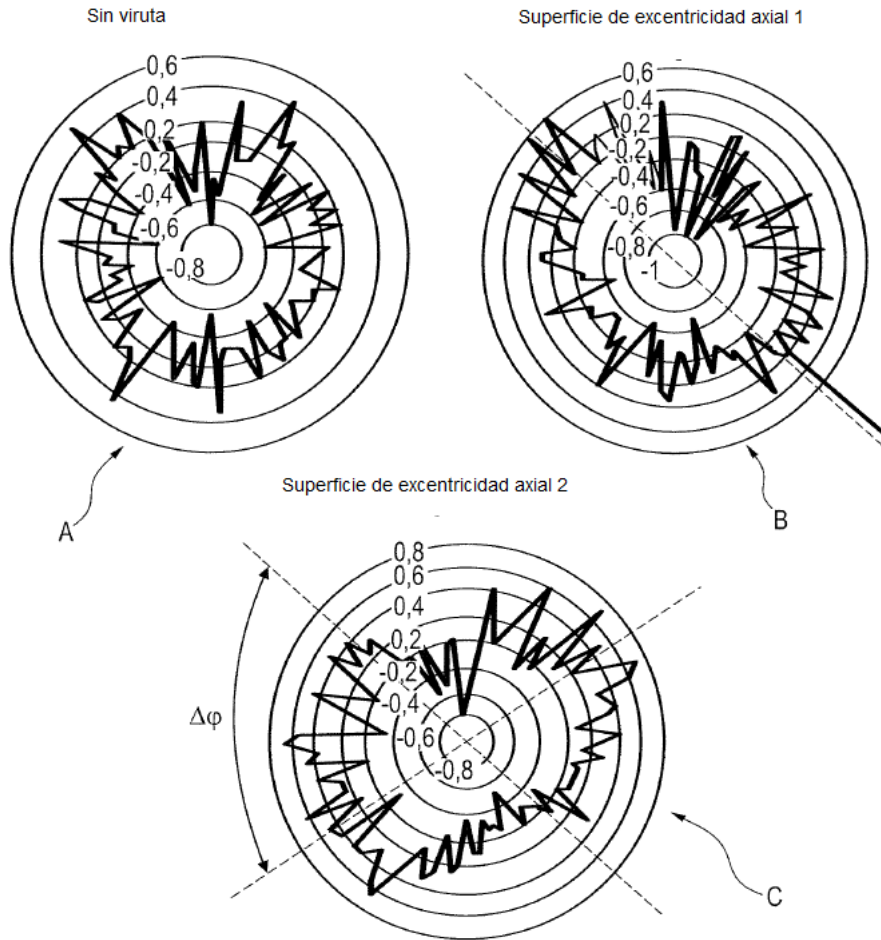


Fig. 3

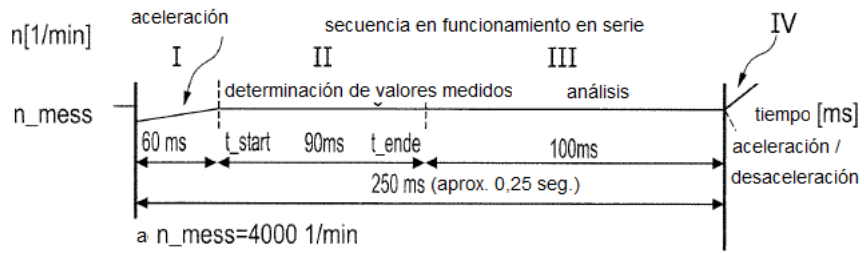


Fig. 4