

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 522**

51 Int. Cl.:

**B24B 5/42** (2006.01)

**B24B 49/02** (2006.01)

**B24B 49/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.12.2014 PCT/EP2014/078469**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2015 WO15091800**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2014 E 14820837 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.10.2017 EP 3083137**

54 Título: **Procedimiento y rectificadora para medir y producir un contorno nominal exterior de una pieza de trabajo mediante rectificado**

30 Prioridad:

**19.12.2013 DE 102013226733**

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

**20.02.2018**

73 Titular/es:

**ERWIN JUNKER GRINDING TECHNOLOGY A.S.  
(100.0%)  
Ripská 863  
27601 Mělník, CZ**

72 Inventor/es:

**JUNKER, ERWIN**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 655 522 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 y rectificadora para medir y producir un contorno nominal exterior de una pieza de trabajo mediante rectificado

5 La invención se refiere a un procedimiento para medir y producir un contorno exterior de al menos una zona de una pieza de trabajo mediante rectificado, así como a una rectificadora para llevar a cabo el procedimiento.

10 Son conocidas las mediciones interna al proceso para la medición continua de zonas de piezas de trabajo directamente durante la mecanización, es decir en especial también durante el rectificado, en el caso de un control adaptativo correspondiente del proceso de rectificado en función de las mediciones de la pieza de trabajo medidas en ese momento. En especial durante la mecanización mediante rectificado de partes de árboles y con ello en especial de puntos de apoyo en árboles de cigüeñal se usan dispositivos de medición, por ejemplo de la empresa Marposs S.p.A o también JENOPTIK Industrial Metrology Germany GmbH. Del documento WO 01/66306 A1, que representa el estado de la técnica más próximo con respecto al objeto de las reivindicaciones 1 y 3, se conoce un procedimiento para medir y producir un contorno nominal exterior (r(p)) al menos de una zona de una pieza de trabajo, en especial de un árbol de cigüeñal, en cuanto a dimensiones y forma mediante rectificado longitudinal o rectificado por punzonado mediante una muela abrasiva sobre un centro de rectificado con mando CNC para su eje X dirigido en ángulo recto con relación a la extensión longitudinal de una zona de la pieza de trabajo a rectificar, en la que se mide un contorno real en la pieza de trabajo; los valores de medición se transmiten al mando CNC y el mando CNC se controla de tal manera, que se corrigen las desviaciones del contorno nominal que dado el caso pudieran darse y se rectifica adaptativamente el contorno nominal de la zona respectiva de la pieza de trabajo, basándose en los valores de medición detectados para los respectivos planos de medición de una zona de la pieza de trabajo.

20 De este modo se conoce del documento DE 694 13 041 T2 un detector de medición de la empresa Marposs S.p.A. para el control de variables lineales. El aparato de medición conocido para medir diámetros interiores de taladros así como diámetros exteriores presenta un sensor móvil en forma de un elemento esférico, en donde está previsto un elemento adicional que transmite desviaciones al elemento esférico. Con ello la pieza de trabajo se mide la pieza de trabajo en cuanto a su diámetro en una zona de contacto sobre la superficie exterior o la interior, que está situada fundamentalmente en un plano perpendicular a la dirección longitudinal del componente a medir. En el caso del aparato de medición conocido el elemento esférico está en contacto con la superficie de tope sobre la cual el mismo puede moverse en dirección oblicua, en donde la superficie de tope está configurada con una sección transversal cóncava, lo que se usa como asiento para el elemento esférico y guía el mismo en la dirección oblicua. El plano de medición del diámetro respectivo a medir se define como posición de referencia.

25 Asimismo se describe en el documento DE 33 36 072 C2 una instalación de palpación para medir dimensiones lineales, la cual ha sido solicitada igualmente por la empresa Marposs S.p.A. También aquí la medición se realiza con las cabezas palpadoras para dimensiones exteriores y también para dimensiones interiores en un plano perpendicular al eje longitudinal del segmento de pieza de trabajo ya mecanizado a medir. No se describe una medición de desviaciones de forma como por ejemplo fallos de redondez.

30 En el prospecto MOVOLINE In-Prozess-Messtechnik de la empresa Jenoptik se describe la técnica de medición interna al proceso para medir las dimensiones mayores de zonas mecanizadas de piezas de trabajo, incluyendo la medición continua de estas dimensiones para el control adaptativo del proceso de rectificado en función de los parámetros medidos de la pieza de trabajo así como el empleo opcional de estos dispositivos de medición para el control de la redondez, en donde esta última se mide al final del proceso de mecanización (véanse allí los sistemas de medición DF500 o DF700, página 15). En el caso de este sistema de medición conocido se describe también, para determinar diámetros exteriores, trabajar con dos cabezas de medición en el sentido de una medición durante el procesamiento. Las dimensiones de firma, sin embargo, se llevan a cabo también aquí tras finalizar la rectificado o un paso de procesamiento de rectificado, pero no para el control adaptativo.

35 Para los requisitos en continuo aumento, en particular en la industria de rectificado, en cuanto a precisión, por ejemplo a la hora de producir árboles de cigüeñal incluyendo sus cojinetes, ya no sólo es necesario prestar atención con extrema precisión a la consecución de las medidas nominales necesarias dentro de un margen de tolerancia lo más reducido posible, sino que es más bien necesario minimizar desviaciones de forma, por ejemplo de la redondez de la zona de la pieza de trabajo a rectificar, en especial de un punto de apoyo de un apoyo central de un árbol de cigüeñal. Este requisito existe sobre todo para la producción de segmentos muy precisos del árbol.

40 En los modos de realización técnicos conoidos descritos anteriormente existe el problema de que las mediciones, en particular de los diámetros de las zonas a rectificar de las piezas de trabajo, tienen lugar de forma preferida siempre en el centro de la muela abrasiva, lo que se corresponde aproximadamente con el centro del punto de apoyo o de la zona de la pieza de trabajo a rectificar. El lugar de la medición en un punto determinado recibe el nombre de traza de medición, es decir, en el caso descrito la traza de medición se encuentra en dirección axial, según se contempla a lo ancho de la muela abrasiva, en el centro de la muela abrasiva. Si por ejemplo están previstos unos taladros de rectificado en la zona de rectificado o el empleo de lunetas apara la rectificado, la traza de medición se dispone también descentrada, es decir, se mide de forma descentrada.

Si en los sistemas conocidos se lleva a cabo una medición de la redondez o del error de redondez después de la rectificación, en cualquier caso ya no puede influirse en la pieza de trabajo real. Los sistemas de medición descritos conocidos no entregan ningún resultado de medición suficientemente preciso, sobre cuya base pudieran conseguirse unos resultados extremadamente precisos de la rectificación, si una zona de la pieza de trabajo a rectificar se desvía de la cilíndricidad o si esta zona se desea rectificar intencionadamente cónica, bombeada o cóncavamente, ya que la detección de los valores de medición solo se realiza en una traza de medición.

La tarea de la presente invención consiste por ello en producir un procedimiento y una rectificadora, mediante los cuales puedan detectarse en el curso de una medición interna al proceso tanto las medidas como la forma de una pieza de trabajo a rectificar durante la rectificación y pueda corregirse adaptativamente la forma nominal, basándose en estos valores de medición detectados.

Esta tarea es resuelta mediante un procedimiento con las características conforme a la reivindicación 1 así como mediante una rectificadora con las características conforme a la reivindicación 13. En las respectivas reivindicaciones dependientes se definen unos perfeccionamientos convenientes.

Con el procedimiento se mide conforme a la invención un contorno nominal exterior de al menos una zona de una pieza de trabajo, en especial de un árbol de cigüeñal, con respecto a dimensiones y forma y también con respecto a dimensiones y forma mediante rectificación longitudinal o rectificación por punzonado mediante una muela abrasiva sobre un centro de rectificación con mando CNC. A este respecto se mide en primer lugar un contorno real sobre la pieza de trabajo o la zona de la pieza de trabajo. Los valores de medición de las dimensiones y de la forma, y precisamente en al menos dos planos de medición distanciados entre sí, que se extienden transversalmente a la extensión longitudinal de la respectiva zona de la pieza de trabajo, situados en la zona de engrane de la muela abrasiva, se detectan mediante una instalación de medición. Los al menos dos planos de medición se generan mediante un movimiento relativo entre la zona de la pieza de trabajo y la instalación de medición en la dirección axial Z, con relación al movimiento de la muela abrasiva en la dirección de su eje Z. Esto significa que, por un lado, la instalación de medición puede moverse en la dirección axial de la extensión longitudinal de la zona de la pieza de trabajo a rectificar sobre la misma, y precisamente con la muela abrasiva inmovilizada, pero que, por otro lado, también es posible que la instalación de medición esté inmovilizada y la pieza de trabajo se mueva con relación a la instalación de medición. La propia muela abrasiva puede moverse con ello en la dirección axial Z a lo largo de la zona de la pieza de trabajo a rectificar; sin embargo, también es posible emplear una muela abrasiva con una anchura tal, que toda la zona de la pieza de trabajo a rectificar pueda rectificarse en el sentido de un rectificación por punzonado sin que se mueva la muela abrasiva en su dirección axial Z. Los valores de medición de las dimensiones y de la forma de la zona de la pieza de trabajo a rectificar sobre los al menos dos planos de medición se transmiten al mando CNC. El mando CNC se controla de tal manera basándose en estos valores de medición que las desviaciones respecto al contorno nominal que pudieran existir, y precisamente en cuanto a dimensión y forma, se corrigen y se rectifican adaptativamente el contorno nominal de la respectiva zona de la pieza de trabajo basándose en los valores de medición detectados para los respectivos planos de medición de una zona de la pieza de trabajo. Por rectificación adaptativa debe entenderse aquí que, en el sentido de una medición interna al proceso, se miden tanto las dimensiones como la forma de la zona de la pieza de trabajo a rectificar permanentemente o a intervalos y se introducen en la instalación de control, en donde la instalación de control está configurada de tal manera que puede aproximarse adaptativamente tanto en cuanto a las dimensiones como en cuanto a la forma, como por ejemplo redondez del segmento de la pieza de trabajo. De este modo se garantiza que la calidad de la zona de la pieza de trabajo a rectificar sea notablemente mejor en cuanto a dimensiones y forma, en especial redondez, que la que puede obtenerse con los procedimientos conocidos de rectificación y medición.

Con el procedimiento conforme a la invención se traslada por lo tanto la traza de medición durante el rectificación en dirección axial a lo ancho de la muela abrasiva, de tal manera que todo el contorno exterior puede detectarse durante la rectificación y los valores de medición correspondientes al mismo pueden introducirse en la instalación de control para la aproximación de la muela abrasiva, de tal manera que también pueden corregirse permanentemente las desviaciones de forma, es decir, se compensan automáticamente.

El procedimiento conforme a la invención puede aplicarse sobre todo también en el rectificación por movimiento lineal de péndulo y elevación, que se emplea para rectificar en especial los cojinetes elevadores de un árbol de cigüeñal. La rectificación de los cojinetes de elevación puede llevarse ahora a cabo por primera vez en el marco de una medición interna al proceso en cuanto al diámetro y a la forma de los cojinetes, así como en cuanto a las tolerancias de forma y a la forma por ejemplo cilíndricidad, conicidad o desviaciones de ello, o una forma bombeada o cóncava del muñón respectivo, y precisamente medido a lo ancho del cojinete. Para conseguir el contorno nominal más preciso posible se aplica también durante el rectificación de los cojinetes elevadores un rectificación adaptativa, que se lleva a cabo en varias trazas de medición sobre la base de los valores de medición establecidos.

En una conformación preferida, en la que la instalación de medición se mueve en la dirección del eje Z con relación a la pieza de trabajo a rectificar, se traslada automáticamente el dispositivo de medición con relación a la anchura de la muela abrasiva, es decir, con relación al eje longitudinal geométrico de la pieza de trabajo a rectificar. El número de las trazas de medición o de los planos de medición a medir en la pieza de trabajo a rectificar se basa en la precisión necesaria y también en la forma nominal del contorno exterior a medir.

La desviación de la forma como redondez, cilíndricidad, conicidad, bombeado y/o concavidad se mide de forma preferida mediante dos planos de medición distanciados lo más posible en la zona de la pieza de trabajo, y también de forma preferida se ajustan los planos de medición continuamente en toda la zona de medición. Esto tiene la ventaja de que para cualquier tarea de medición que se desee y para cada contorno nominal que se desee, puede establecerse a voluntad el número de los planos de medición a medir o su separación mutua. Para establecer de forma fiable el bombeado o la concavidad en segmentos del árbol están previstas al menos mediciones en tres planos de medición.

También de forma preferida el dispositivo de medición está dispuesto de forma que puede trasladarse sobre la cabeza portafresa de rectificado con relación al mismo en dirección X de forma estacionaria y con relación al mismo en dirección Z y el cabezal portafresa de rectificado puede trasladarse en la dirección axial Z, de tal manera que también aquí pueden ajustarse los planos de medición o las trazas de medición respectivamente deseados, individual y continuamente, según la precisión y el contorno exterior nominal a rectificar.

El movimiento del dispositivo de medición se realiza de forma preferida mediante un accionamiento eléctrico, el cual se controla de forma preferida con programación libre. Con un mando de programación libre el dispositivo de medición y con ello la flexibilidad del procedimiento conforme a la invención adquiere un alto grado de libertad y forma la base para la aplicación a los más diferentes contornos nominales exteriores a rectificar.

Sin embargo, de forma preferida es también posible que el dispositivo de medición se mueva hidráulica o neumáticamente en dirección Z. El empleo de un dispositivo de accionamiento hidráulico o neumático para el movimiento del dispositivo de medición o el uso de un accionamiento eléctrico con programación libre se basa en la respectiva finalidad aplicativa y en el marco de costes a buscar para la máquina, sobre la que se lleva a cabo el procedimiento conforme a la invención.

De forma preferida se mide durante el rectificado, como es el caso con las mediciones interna al proceso. Esta medición interna al proceso se realiza de forma preferida durante el rectificado de acabado. Sin embargo, también es posible que con el fin de medir se interrumpa el avance de la muela abrasiva y una vez realizada la medición se prosiga con el proceso de rectificado, en donde la muela abrasiva permanece en su posición de sujeción hasta que concluya el proceso de medición. Es además posible que los valores de medición en los al menos dos planos de medición no se detecten hasta después de finalizar el rectificado, que todo el contorno medido de la pieza de trabajo se valore en conjunto y que los resultados al rectificar la siguiente pieza de trabajo se tengan en cuenta después, dado el caso, con una corrección realizada en el mando para el contorno mediante el mando CNC de la muela abrasiva.

Con frecuencia es necesario en especial para muñones que el contorno nominal exterior se desvíe ligeramente de una forma cilíndrica ideal. Normalmente esta desviación de forma se determina en cuanto a técnica de capacidad de carga y de rectificado mediante la finalidad aplicativa del componente.

En el caso de una desviación relativamente pequeña de este tipo con respecto a la excentricidad, esta desviación es generada mediante la basculación de la muela abrasiva en un plano horizontal alrededor de un eje con control CNC. El plano horizontal discurre a este respecto horizontalmente respecto al eje central de la pieza de trabajo. Con el procedimiento conforme a la invención se mide en un caso así en un número tal de planos de medición en la extensión longitudinal axial de la zona de la pieza de trabajo a rectificar, que la forma nominal exterior puede establecerse con la elevada precisión requerida y de forma correspondiente se controla la muela abrasiva a través de su mando CNC, para producir esta forma nominal exterior, en cuanto a su acercamiento a la zona de la pieza de trabajo. La forma nominal de la zona de la pieza de trabajo se rectifica normalmente mediante un programa de rectificado introducido en el mando CNC, en donde como resultado de la medición de la forma nominal exterior de la zona de la pieza de trabajo se lleva a cabo una adaptación adaptativa del programa de rectificado, lo que significa que se introducen correcciones o funciones de corrección en el programa de rectificado, para que durante el rectificado puedan reducirse ulteriormente los errores que por lo demás se produzcan o se superpongan.

De forma preferida es también posible producir la forma nominal de la zona de la pieza de trabajo a rectificar mediante una muela abrasiva, reajustada de forma correspondiente a la forma nominal a conseguir con una muela de reavivado y que, mediante un nuevo reavivado de la muela abrasiva, se rectifique de forma corregida la zona de la pieza de trabajo. Esto significa que el procedimiento conforme a la invención pueda aplicarse también con una muela de reavivado, de tal manera que también mediante un reavivado regular de alta precisión de la muela abrasiva puedan conseguirse las precisiones correspondientes en cuanto a dimensiones y forma en la zona de la pieza de trabajo a rectificar, de una manera en la que se mejoren y aumenten notablemente en cuanto a la precisión con respecto a las conocidas.

Con este procedimiento conforme a la invención no solo puede medirse exactamente la cilíndricidad, conicidad o una forma bombeada o cóncava de un cojinete, en especial de un árbol de cigüeñal a lo ancho del cojinete, ya sobre la rectificadora durante el rectificado, sino que también pueden corregirse después directamente mediante una influencia y corrección adaptativa específica a través del programa de rectificado. En los procedimientos conocidos era necesario que el árbol de cigüeñal para ello tuviese que medirse en primer lugar externamente. En la pieza de trabajo rectificadas estas desviaciones de forma tampoco podían corregirse ya, sin que el punto de apoyo se

rectificara después por ejemplo excesivamente pequeño, de tal manera que el árbol de cigüeñal se convirtiera en chatarra.

Este inconveniente es tanto más grave cuanto mayores dimensiones presenten los árboles de cigüeñal, lo que es el caso con frecuencia en árboles de cigüeñal para motores de camiones o grupos de motores diesel estacionarios. En especial cuando se rectifican grandes árboles de cigüeñal, los requisitos impuestos a los tiempos de un ciclo para la producción de los árboles de cigüeñal no son críticos en la misma medida que para los componentes más pequeños. De este modo pueden llevarse a cabo más mediciones precisamente en varios planos de medición conforme a la invención lo que, si bien aumenta de forma insignificante los tiempos de mecanización, contribuye sin embargo a un aumento considerable de la calidad del componente acabado. Al fin y al cabo el precio de estos árboles de cigüeñal en especial grandes ya es relativamente alto tras la fabricación previa y supone varios cientos o miles de euros. El procedimiento conforme a la invención surte un efecto tanto más intenso cuanto más cara y compleja sea la producción de la pieza en bruto en los pasos de mecanización antes del rectificado. Esto afecta de una manera especial a la fabricación de árboles de cigüeñal especiales en lotes pequeños.

Conforme a las conformaciones preferidas del procedimiento conforme a la invención, las altas calidades y las estrechas tolerancias de dimensiones y forma para los componentes a rectificar pueden obtenerse mediante

- el reavivado de la muela abrasiva en cuanto a una forma cilíndrica, conicidad, bombeado o concavidad especial a producir;
- la previsión de un eje B con control CNC mediante la basculación de la muela abrasiva en un plano horizontal con respecto al eje central del eje longitudinal del árbol de cigüeñal, en especial para conseguir una forma cilíndrica o una conicidad;
- la previsión de un llamado "eje mini-B" con control NC mediante la basculación de la muela abrasiva en un plano horizontal con respecto al eje central del eje longitudinal del árbol de cigüeñal en pequeños ángulos de basculación, para una conicidad, un bombeado o una concavidad reducida(o) que difiera de la forma cilíndrica (véase para ello en especial la solicitud con el número de solicitud WO 2012/126 840 A1 de la misma solicitante); y
- el programa de rectificado especial, adaptado al procedimiento conforme a la invención de la medición en varias trazas de medición o varios planos de medición.

Conforme a otro aspecto de la presente invención está prevista una rectificadora conforme a la invención, sobre la que se lleva a cabo el procedimiento según uno de las reivindicaciones 1 a 12. Esta rectificadora conforme a la invención presenta un dispositivo de medición, mediante el cual se miden y generan dimensiones y forma como diámetros y/o redondez de zonas de la pieza de trabajo de una pieza de trabajo que gira alrededor de un centro, en especial de un árbol de cigüeñal, con un eje longitudinal central. Esta rectificadora presenta una muela abrasiva montada en un cabezal portafresa de rectificado la cual, durante el rectificado al mismo tiempo que un movimiento de avance, rectifica en la dirección de su eje X. Por eje X se entiende habitualmente el movimiento de la muela abrasiva de forma preferida en ángulo recto, con relación a la extensión longitudinal de la zona de la pieza de trabajo a rectificar. El dispositivo de medición perteneciente a la rectificadora conforme a la invención está dispuesto sobre el cabezal portafresa de rectificado y configurado de tal manera, que un sensor de medición puede girar hacia dentro sobre la zona de la pieza de trabajo para su instalación, en donde el dispositivo de medición, el sensor de medición o el elemento palpador, que realiza la verdadera medición, forma unos planos de medición dispuestos transversalmente al eje longitudinal de la zona de la pieza de trabajo, que pueden disponerse en cualquier posición en la dirección del eje central longitudinal de la pieza de trabajo de forma correspondiente al movimiento del dispositivo de medición o del sensor de medición, en esa dirección, con la finalidad de medir. Naturalmente es también posible que el dispositivo de medición esté dispuesto fijamente, mientras que una cabeza portafresa de la pieza de trabajo que fija la pieza de trabajo puede moverse en la dirección Z. Mediante una rectificadora conforme a la invención de este tipo es de este modo posible medir las zonas de la pieza de trabajo rectificadas durante el rectificado, y precisamente en cuanto a sus dimensiones y a su forma y, al mismo tiempo, si se produjeran desviaciones respecto al contorno nominal actuar adaptativamente, es decir de forma correctora, sobre la aproximación de la muela abrasiva, es decir su aproximación al eje X. De este modo se aumenta notablemente la precisión de la pieza de trabajo rectificada.

De forma preferida el dispositivo de medición presenta o su sensor de medición está configurado en forma de dos superficies de medición, dispuestas a modo de un prisma. Estas superficies de medición hacen contacto durante la medición respectivamente la zona de la pieza de trabajo sobre la zona de instalación con una separación mutua definida. Las superficies de medición están dispuestas a este respecto en los brazos del prisma, y en cada brazo del prisma está prevista una superficie de medición. El verdadero elemento palpador para medir está dispuesto en la parte central del prisma entre las superficies de medición. El dispositivo de medición se desplaza sobre la zona de instalación mediante un accionamiento hidráulico, neumático o eléctrico. Con ello se trata de forma preferida de un dispositivo de medición con control CNC, que está dispuesto sobre el cabezal portafresa de rectificado, de tal manera que puede obtenerse una posición de instalación definida y con ello una medición muy precisa.

La muela abrasiva empleada para rectificar la zona de la pieza de trabajo presenta de forma preferida una anchura, que se corresponde aproximadamente con la longitud de la zona de la pieza de trabajo. En el caso de una constelación así o de una muela abrasiva tan ancha, la muela abrasiva rectifica durante su aproximación la zona de

la pieza de trabajo a rectificar casi en el trayecto del rectificador por punzonado, sin que para rectificar el respectivo segmento de árbol sea necesario un movimiento de avance de la muela abrasiva en la dirección de su eje A.

5 Conforme a otro ejemplo de realización la muela abrasiva está configurada con una anchura que es inferior a la longitud axial de la zona de la pieza de trabajo, en donde la muela abrasiva en un caso así realiza un rectificado longitudinal a lo largo de su eje de rotación en la dirección longitudinal axial de la zona de la pieza de trabajo a rectificar y, de este modo, se mueve durante el rectificado a lo largo de su eje Z.

10 También de forma preferida la rectificadora presenta un dispositivo de medición configurado de tal manera, que mediante los planos de medición de la respectiva zona de la pieza de trabajo, en especial de un muñón elevador, en el que se mide, puede establecerse una forma bombeada o cóncava de la zona de la pieza de trabajo y puede generarse basándose en los valores de medición.

A continuación se explican en detalle otras ventajas, posibilidades de aplicación y formas de realización concretas basadas en el dibujo adjunto. En el dibujo muestran:

15 la figura 1: una vista lateral de principio de una disposición para rectificar un cojinete elevador durante el rectificado por movimiento lineal de péndulo y elevación con un dispositivo de medición para medir el diámetro de un muñón elevador, conforme al estado de la técnica;

la figura 2: una vista parcial de una disposición conforme a la figura 1 en el punto de medición del muñón elevador, en una exposición aumentada durante el rectificado y la medición en un muñón, conforme al estado de la técnica;

la figura 3: una vista delantera parcial sobre el cabezal portafresa de rectificado durante el rectificado de un cojinete elevador de un árbol de cigüeñal con un dispositivo de medición, conforme a la invención;

20 la figura 4: una vista en corte parcial con un riel de guiado para desplazar el dispositivo de medición en la dirección de un eje ZM, conforme a la invención;

la figura 5: una exposición en corte del dispositivo de medición conforme a la invención a lo largo de un plano de corte A, conforme a la figura 4;

25 la figura 6: una vista parcial de una muela abrasiva engranada en un punto de apoyo de un árbol de cigüeñal con la indicación de principio de dos planos de medición distanciados en la dirección longitudinal del punto de apoyo, conforme a la invención;

la figura 7: una vista parcial de un muñón de un árbol de cigüeñal durante el rectificado con una muela abrasiva con una anchura inferior a la longitud de la zona del muñón y diferentes planos de medición expuestos, distanciados axialmente entre ellos;

30 la figura 8: un muñón elevador de un árbol de cigüeñal con un contorno nominal cónico indicado; y

la figura 9: un muñón elevador con un contorno nominal exterior bombeado, convexo así como uno cóncavo indicado.

35 En la figura 1 se muestra en una exposición de principio una disposición, que muestra el rectificado por movimiento lineal de péndulo y elevación de un muñón elevador 2 mediante una muela abrasiva 5 que realiza un movimiento lineal de péndulo y elevación. Un cabezal portafresa de rectificado 4 soporta sobre su zona superior con relación a la muela abrasiva 5 un dispositivo de medición 1, el cual puede moverse desde un brazo de medición colocado en una posición de instalación sobre el muñón elevador 2 a medir del árbol de cigüeñal 3, de forma correspondiente a las líneas continuas, hasta una posición retraída en la que no se mide, en líneas a trazos. La muela abrasiva 5 con su eje de rotación 13 puede aproximarse, controlada a través de un eje X con control CNC, al muñón elevador a rectificar. El eje de rotación 13 de la muela abrasiva recibe también el nombre de eje C y también tiene un control CNC. Los elementos necesarios para realizar el movimiento en la dirección axial X, así como la cabeza portafresa de la pieza de trabajo con su eje C, que no se ha dibujado aquí de forma específica, están instalados de un modo conocido por sí mismo sobre un lecho de máquina tampoco dibujado. El rectificado se realiza, en el procedimiento de rectificado interpolador, a través de los respectivos desplazamientos de los ejes X y C con control CNC.

45 El sistema de medición 1 que puede bascular hacia dentro, representado en la figura 1, está dispuesto con su accionamiento sobre el cabezal portafresa de rectificado 4 y presenta un brazo articulado, en cuyo extremo delantero está dispuesta una cabeza de medición 7. Con el brazo articulado del dispositivo de medición 1, la cabeza de medición 7 puede aplicarse al contorno exterior del muñón elevador 2 representado para medir sus dimensiones. Durante el rectificado sobre la zona de engrane de la muela abrasiva 8 también rota el árbol de cigüeñal 3 alrededor de su centro 6, y la muela abrasiva 5 que realiza un rectificado por movimiento lineal de péndulo y elevación sigue el movimiento excéntrico del muñón elevador 2 y permanece en engrane de rectificado constante con el mismo durante todo el proceso de rectificado. El dispositivo de medición mostrado 1 hace contacto sobre la zona de instalación 9 con el sensor de medición 7 y, de este modo, puede medir el diámetro real del muñón elevador 2 mediante el elemento palpador 15. Si no se desea medir, lo que es por ejemplo el caso si se carga un nuevo árbol de cigüeñal

en la rectificadora o se descarga la misma, el dispositivo de medición con su brazo articulado y el sensor de medición se encuentra en una posición retraída, que se ha representado en la figura mediante unas líneas a trazos.

5 El dispositivo de medición 1 está dispuesto de forma estacionaria sobre el cabezal portafresa de rectificado con respecto a su eje X, de tal manera que durante un movimiento de la muela abrasiva 5 con el cabezal portafresa de rectificado 4 a lo largo de la dirección X la instalación de medición 1 también realiza este movimiento.

10 En la figura 2 se ha representado una vista parcial aumentada del engrane de la muela abrasiva 5 sobre la zona de engrane de la muela abrasiva 8 con el muñón elevador 2 a rectificar, cuyo eje longitudinal está designado con el 14. Mediante la muela abrasiva 5 se genera el contorno nominal exterior 10 del muñón elevador 2. Durante el rectificado el dispositivo de medición 1 está aplicado, con su cabeza de medición 7 y sus superficies de medición 11 dispuestas sobre la misma, a la zona de instalación 9 del muñón elevador 2. Las superficies de medición 11 forman un prisma, que se aplica a diferentes diámetros a rectificar. Entre las superficies de medición 11 está dispuesto el verdadero dispositivo de medición, el cual representa un dispositivo de medición lineal y puede moverse, de forma correspondiente al diámetro a medir o al contorno a medir del muñón elevador 2 a rectificar, en la dirección de la flecha doble mostrada. La aproximación de la muela abrasiva 5 al muñón elevador 2 se muestra mediante el eje X expuesto. La horquilla de medición prismática hace contacto sobre la pieza de trabajo en un asiento prismático mediante una fuerza de asiento predeterminado con las dos superficie de medición 11 definidas mediante pasadores de apoyo, con el componente a medir, es decir sobre su superficie. Los pasadores de asiento se componen de metal duro o un material recubierto de diamante. El verdadero dispositivo de medición, que está dispuesto entre los dos pasadores de asiento aproximadamente en el centro del prisma en forma de V, es un palpador de medición, mediante el cual se lleva a cabo la medición del punto de apoyo.

25 En la figura 3 se ha representado una vista delantera parcial sobre el cabezal portafresa de rectificado durante el rectificado de un muñón elevador 2 de un árbol de cigüeñal 3. El árbol de cigüeñal 3 se ha indicado mediante dos cojinetes principales cortados en diagonal, dos gualderas de cigüeñal y un cojinete elevador 2 dispuesto entre las dos gualderas de cigüeñal. El movimiento rotacional del árbol de cigüeñal 3 se realiza mediante el eje C con control CNC. La muela abrasiva 5 con una anchura B está engranada con el muñón elevador 2 y se ha representado durante su rectificado. En el lado del muñón elevador 2, desplazado periméricamente respecto a la zona de engrane 8 de la muela abrasiva 5, se ha representado el dispositivo de medición 1 que está aplicado al muñón elevador 2 con sus superficies de medición 11 con la finalidad de medir. El dispositivo de medición 1 está montado sobre el cabezal portafresa de rectificado 4 mediante un carro de aproximación y realiza los mismos movimientos de aproximación del eje X de la muela abrasiva 5, que está montada sobre un husillo de rectificado. Conforme a un ejemplo de realización de la invención el dispositivo de medición 1 puede trasladarse en la dirección Z mediante un eje ZM aparte con control CNC en varios planos de medición, sobre el muñón elevador 2 a medir (indicado mediante la flecha doble sobre el dispositivo de medición 1). Abajo a la derecha en la figura5 se encuentra la indicación del eje Z para la muela abrasiva 5 o el cabezal portafresa de rectificado 4. El movimiento del dispositivo de medición 1 en la dirección axial Z se lleva a cabo mediante el eje ZM con control CNC representado independientemente.

40 De forma habitual la muela abrasiva 5 se aproxima a través de su eje X, que también tiene control CNC, al muñón elevador 2 a rectificar. El eje Z del cabezal portafresa de rectificado 4 puede estar dispuesto o bien debajo del eje X, en cuyo caso está previsto de forma preferida un modo constructivo de carro cruzado (no representado), o bien debajo de la mesa de rectificado, en cuyo caso se traslada la mesa de rectificado con las correspondientes superestructuras de la mesa de rectificado como cabeza portafresa de la pieza de trabajo y contrapunto (respectivamente no representados). Estas dos formas de realización son muy habituales a la hora de construir rectificadoras.

45 Conforme a la invención es importante que entre la pieza de trabajo, es decir el árbol de cigüeñal 3, y la muela abrasiva 5 está previsto un movimiento relativo en la dirección del eje Z o del eje ZM. De este modo con el dispositivo de medición 1 se llevan a cabo mediciones en diferentes planos de medición, de tal manera que el componente a medir puede medirse con precisión en varios planos a lo largo de su eje y también puede medirse el contorno nominal exterior 10 completo, lo que no es el caso en las instalaciones de medición y los sistemas conforme al estado de la técnica.

50 En la figura 3 puede verse con ello que el dispositivo de medición 1 puede desplazarse de forma axialmente paralela al eje de rotación 3 de la muela abrasiva 5 durante el rectificado, es decir, durante el ciclo de rectificado, automáticamente en el número de planos de medición que se desee distanciados entre sí, que discurren perpendicularmente al eje longitudinal 14 del muñón elevador 2. La dirección para este movimiento está indicada mediante la designación "ZM".

55 Debido a que el eje ZM con control CNC es independiente del eje Z con control CNC, el dispositivo de medición 1 puede recorrer en la dirección del eje ZM el plano de medición sobre el muñón elevador 2 que se acaba de rectificar, en paralelo a la dirección axial de la muela abrasiva 5 sobre el muñón elevador 2, automáticamente durante el rectificado. De este modo es posible, con el dispositivo de medición 1 conforme a la invención, que durante el rectificado se lleven a cabo las mediciones en el respectivo punto de apoyo que se acaba de rectificar, es decir, durante el proceso de rectificado en marcha, es decir en un procedimiento de medición interno al proceso, en cuanto a forma cilíndrica, conicidad, bombeado o concavidad y todavía puedan corregirse también las aproximaciones de la

muela abrasiva 5 mediante el programa de rectificado durante el rectificado. De esta forma se producen con el procedimiento conforme a la invención unos puntos de apoyo altamente precisos, ya que los resultados de la medición interna al proceso en cuanto a dimensión y forma del punto de apoyo a medir se introducen en la instalación de control y, basándose en estos valores de medición, se produce un contorno nominal exterior 10 corregido. De este modo se obtiene una calidad notablemente mayor de las zonas de la pieza de trabajo rectificadas, es decir de los puntos de apoyo del árbol de cigüeñal.

En la figura 4 se ha representado, en una vista en corte parcial, un guiado sobre rieles del dispositivo de medición 1 a lo largo de su eje ZM. El eje ZM está dispuesto perpendicularmente a su eje ZM. Con la flecha doble y "X" se ha indicado que el eje X se produce a través del movimiento del cabezal portafresa de rectificado 4, porque el dispositivo de medición 1 está dispuesto fijamente sobre este cabezal portafresa de rectificado 4, con lo que también lleva a cabo los movimientos del cabezal portafresa de rectificado 4 a lo largo del eje X. En la figura 4 se muestra que la placa base del dispositivo de medición 1 está montada sobre una guía mediante unos rieles de guiado 12 sobre el cabezal portafresa de rectificado 4. En el presente caso se ha representado una guía, la cual se compone de dos rieles de guiado 12 y está construida respectivamente con unos patines de circulación por bolas o rodillos. En el centro entre los rieles de guiado 12 se muestra, en una exposición simplificada, un accionamiento de eje mediante un husillo de rodadura por bolas.

La figura 5 representa una exposición en corte a través del dispositivo de medición 1 a lo largo del plano de corte A-A-dibujado en la figura 4. El plano de corte se encuentra por debajo de una placa de graduación no designada, que aloja el primer cojinete oscilante del brazo basculante del dispositivo de medición 1.

En la figura 5 se han representado en una vista en planta los dos rieles de guiado 12 con los correspondientes patines de circulación por bolas o rodillos. Los patines de circulación por bolas o rodillos están unidos fijamente a la placa de graduación mediante una unión atornillada. En el centro entre los rieles de guiado 12 se ha representado el accionamiento de graduación el cual, en este caso, es un accionamiento a través de un husillo de rodadura por bolas no representado con más detalle, el cual está montado por separado y es accionado a través de un acoplamiento con un servomotor con control CNC. Una conformación así del desplazamiento o movimiento del dispositivo de medición 1 en su dirección axial ZM es suficientemente estable y rígida para, en relación con el control CNC, poder garantizar automáticamente un posicionamiento muy preciso del dispositivo de medición 1 en cualquier plano de medición dispuesto según la forma superficial del muñón rectificado, en una cantidad definida durante el proceso de rectificado.

En la figura 6 se muestra un muñón elevador 2 de un árbol de cigüeñal 3 indicado con dos gualderas, que se rectifica mediante una muela abrasiva 5 con una anchura B. La anchura B de la muela abrasiva 5 es con ello tan grande, que puede rectificarse la longitud L del muñón elevador 2 a rectificar el curso del rectificado por punzonado. Asimismo se han dibujado los ejes longitudinales 14 mutuamente paralelos del muñón elevador 2 y el eje de rotación 13 de la muela abrasiva 5. En la zona de engrane de la muela abrasiva 8 se ha dibujado esquemáticamente la disposición de tres planos de medición del dispositivo de medición no representado, en donde el plano de medición central está dispuesto entre los dos planos de medición exteriores caracterizados mediante la flecha doble ZM, que delimitan la zona de medición. Mediante la capacidad de graduación del dispositivo de medición 1 a lo largo del eje ZM con control CNC puede realizarse por lo tanto de forma continua un desplazamiento del plano de medición en toda la zona, que puede establecerse según el diseño y el dimensionamiento mediante la conformación del eje ZM. El cojinete elevador representado presenta por ambos lados del verdadero muñón elevador 2 unas entalladuras. Sin embargo, un rectificado por punzonado para producir el contorno nominal exterior 10 del muñón elevador 2 puede realizarse también en el curso del rectificado por punzonado, en el caso de que en lugar de las entalladuras estén previstos unos radios de transición por los dos lados planos.

También la figura 7 muestra un cojinete elevador representado parcialmente con un muñón elevador 2 entre dos gualderas representadas parcialmente de un árbol de cigüeñal 3. El muñón elevador 2 con un longitud L del muñón elevador se rectifica mediante una muela abrasiva 5 sobre la zona de engrane 8 de la muela abrasiva. La anchura B de la muela abrasiva 5 es inferior a la longitud L del muñón elevador, de tal manera que la muela abrasiva 5 produce el contorno nominal exterior 10 del muñón elevador 2 a lo largo de su eje de rotación 13, el cual discurre en paralelo al eje longitudinal 14 del muñón elevador 2, en el curso del rectificado por punzonado. A modo de ejemplo se han representado seis diferentes planos de medición que discurren en la dirección axial del eje longitudinal 14 del muñón elevador 2, de los que a modo de ejemplo se han caracterizado dos mediante la flecha doble designada con ZM. La muela abrasiva 5 se traslada con ello en el curso del rectificado longitudinal desde su posición izquierda, que se ha representado en la figura 7, hasta su máxima posición derecha, en la que la muela abrasiva 5 se ha representado en líneas a trazos. En principio es también posible, con una anchura B de la muela abrasiva 5 como la dibujada, producir el contorno nominal exterior 10 del muñón elevador 2 mediante dos procesos de rectificado por punzonado, en lugar del rectificado longitudinal descrito. Si se rectifica con al menos dos procesos de rectificado por punzonado, es necesario rectificar el punto de apoyo mediante dos o más procesos de punzonado que se realicen consecutivamente y unos junto a otros. Los diferentes planos de medición puede disponerse todo a lo ancho del cojinete elevador y acercarse de forma continua. El número de planos de medición, en los que se lleva a cabo un proceso de medición durante el rectificado, se basa con ello en la precisión de la forma nominal exterior 10 a conseguir y también en su forma.



En la figura 8 se muestra un cojinete elevador con un muñón elevador 2 entre dos gualderas parcialmente representadas de un árbol de cigüeñal 3, que presenta una longitud de muñón elevador L. Las líneas dibujadas a trazos quieren aclarar lo que debe entenderse por conicidad de un muñón en el marco de esta solicitud. Por un lado se rectifica mediante una muela abrasiva especialmente perfilada o aplicada oblicuamente la conicidad sobre el muñón elevador 2, en donde según la anchura de la muela abrasiva o longitud del muñón elevador, en el curso del rectificado por punzonado, rectificado longitudinal o rectificado por punzonado doble, puede producirse el contorno exterior del muñón. Mediante una cantidad correspondiente de planos de medición y de ejecuciones de mediciones en marcha durante el rectificado, es decir, de una ejecución de una llamada medición interna al proceso, puede rectificarse una forma cónica altamente precisa de un muñón, sin que al final el rectificado, como es el caso en ciertas circunstancias en el estado de la técnica, durante la medición después del rectificado haya sido necesario establecer que el contorno exterior cónico es excesivamente pequeño con relación al contorno nominal a conseguir y, de esta manera, todo el árbol de cigüeñal se convertiría en chatarra.

Por motivos de carga soportada así como por ejemplo por motivos técnicos de rectificado, la forma de un muñón elevador 2 puede ser también bombeada o cóncava. Esto se ha representado en la figura 9, en donde las líneas continuas representan la forma bombeada del muñón elevador 2 y la línea a trazos una forma cóncava. El muñón elevador 2 presenta en sus transiciones a las gualderas del árbol de cigüeñal 3 unas entalladuras. Con ayuda del procedimiento de medición conforme a la invención en unión al procedimiento de rectificado, mediante el cual se introducen los valores de medición obtenidos en el proceso correlativamente en el mando para la aproximación de la muela abrasiva, puede rectificarse de este modo casi cualquier contorno nominal exterior 10 de un muñón, es decir, también de un muñón elevador 2, en donde puede conseguirse una precisión muy elevada del respectivo muñón rectificado.

**Lista de símbolos de referencia**

- 1           Dispositivo de medición
- 2           Muñón elevador
- 3           Árbol de cigüeñal
- 4           Cabezal portafresa de rectificado
- 5           Muela abrasiva
- 6           Centro del árbol de cigüeñal
- 7           Sensor de medición
- 8           Zona de engrane de la muela abrasiva
- 9           Zona de aplicación
- 10          Contorno nominal exterior
- 11          Superficies de medición
- 12          Riel de guiado
- 13          Eje de rotación de la muela abrasiva
- 14          Ele longitudinal del muñón elevador
- 15          Elemento palpador
- B          Anchura de la muela abrasiva
- L          Longitud del muñón elevador

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Procedimiento para medir y producir un contorno nominal exterior (10) de al menos de una zona de una pieza de trabajo, en especial de un árbol de cigüeñal (3), en cuanto a dimensiones y forma mediante rectificado longitudinal o rectificado por punzonado mediante una muela abrasiva (5), que presenta un eje de rotación, sobre un centro de rectificado con mando CNC para su eje X dirigido en ángulo recto con relación a la extensión longitudinal de una zona de la pieza de trabajo a rectificar, en el que
- 10 a) se mide un contorno real en la pieza de trabajo;
- b) se detectan durante el rectificado mediante una instalación de medición (1) unos valores de medición de las dimensiones y de la forma en al menos dos planos de medición distanciados unos de otros, que se extienden transversalmente a la extensión longitudinal de la respectiva zona de la pieza de trabajo y situados en la zona de engrane de la muela abrasiva;
- 15 c) los planos de medición se generan durante el rectificado mediante un movimiento relativo entre la zona de la pieza de trabajo y la instalación de medición (1) en la dirección del eje Z, configurada a lo largo del eje de rotación en la dirección longitudinal de la zona de la pieza de trabajo a rectificar, con relación al movimiento de la muela abrasiva (5) en la dirección del eje Z;
- d) los valores de medición se transmiten al mando CNC; y
- 20 e) el mando CNC se controla de tal manera, que se corrigen las desviaciones del contorno nominal que dado el caso pudieran darse y se rectifica adaptativamente el contorno nominal de la respectiva zona de la pieza de trabajo (2), basándose en los valores de medición detectados para los respectivos planos de medición de una zona de la pieza de trabajo.
- 25 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, en el que se miden las zonas de la pieza de trabajo (2) en cuanto a redondez, cilindridad, conicidad, bombeado y/o concavidad a lo largo de la separación entre al menos dos planos de medición distanciados en la zona de la pieza de trabajo (2), en donde los planos de medición se ajustan continuamente.
- 3.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, en el que la pieza de trabajo se sujeta de forma estacionaria con relación a su eje longitudinal (6) y el dispositivo de medición (1) se mueve la dirección del eje longitudinal (6) en el respectivo plano de medición.
- 30 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el dispositivo de medición (1) se dispone sobre el cabezal portafresa de rectificado (4) y se mueve con relación a la misma en la dirección del eje Z para medir en diferentes planos de medición.
- 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el movimiento del dispositivo de medición (1) se realiza mediante un accionamiento eléctrico, el cual se controla con programación libre.
- 35 6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el dispositivo de medición (1) se mueve hidráulica o neumáticamente en la dirección Z.
- 7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que se mide durante el rectificado, en especial durante el rectificado de acabado.
- 40 8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que se mide con el avance interrumpido de la muela abrasiva y durante la medición la muela abrasiva (5) permanece en una posición de sujeción, hasta que concluye la medición.
- 9.- Procedimiento según la reivindicación 8, en el que los valores de medición se detectan una vez acabado el rectificado, se valora el contorno medido de la pieza de trabajo y, durante el rectificado de la siguiente pieza de trabajo, se realiza una corrección que pudiera ser necesaria del contorno mediante el control CNC de la muela abrasiva (5).
- 45 10.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la forma nominal de la zona de la pieza de trabajo a rectificar se genera mediante la basculación de la muela abrasiva (5) en un plano horizontal alrededor de un eje con control CNC, en donde el plano está situado horizontalmente respecto al eje central de la pieza de trabajo.
- 50 11.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la forma nominal de la zona de la pieza de trabajo se rectifica mediante un programa de rectificado introducido en el mando CNC.
- 12.- Procedimiento según las reivindicaciones 8 o 9, en el que se genera la forma nominal de la zona de la pieza de trabajo a rectificar mediante una muela abrasiva (5), reajustada de forma correspondiente a la forma nominal a conseguir con una muela de reavivado y que, mediante un nuevo reavivado de la muela abrasiva, se rectifica de forma corregida la zona de la pieza de trabajo.

13.- Rectificadora para llevar a cabo el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, con un dispositivo de medición (1) para medir dimensiones y forma como redondez de zonas de la pieza de trabajo (2) de una zona de una pieza de trabajo que gira alrededor de un centro, en especial de un árbol de cigüeñal (3), con un eje longitudinal central, que presenta

- 5 a) una muela abrasiva (5) montada en un cabezal portafresa de rectificado (4) la cual, durante el rectificado al mismo tiempo que un movimiento de avance, rectifica en la dirección de un eje X orientada en ángulo recto con relación a la extensión longitudinal de una zona de la pieza de trabajo a rectificar,
- 10 b) en donde el dispositivo de medición (1) está dispuesto sobre el cabezal portafresa de rectificado (4) y configurado de tal manera, que un sensor de medición (7) puede moverse, de forma que puede bascular hacia dentro en la zona de la pieza de trabajo (2) sobre una zona de instalación (9) situada en la zona de engrane de la muela abrasiva (8) para su instalación en la misma, en unos planos de medición con programación libre, dispuestos transversalmente al eje longitudinal (10) de la zona de la pieza de trabajo (2) y formados durante el rectificado, en la dirección del eje longitudinal central de la pieza de trabajo,

15 en donde los planos de medición se generan durante el rectificado mediante un movimiento relativo entre la zona de la pieza de trabajo y la instalación de medición (1), en la dirección axial Z configurada a lo largo del eje de rotación en la dirección longitudinal de la zona de la pieza de trabajo a rectificar, con relación al movimiento de la muela abrasiva (5) en la dirección del eje Z.

20 14.- Rectificadora según la reivindicación 13, en la que el sensor de medición (7) presenta dos superficies de medición (11), dispuestas a modo de un prisma, las cuales hacen contacto durante la medición en cada caso con la zona de la pieza de trabajo (2) sobre la zona de instalación (9).

15.- Rectificadora según las reivindicaciones 13 o 14, en la que el dispositivo de medición puede desplazarse hidráulica, neumática o eléctricamente.

16.- Rectificadora según una de las reivindicaciones 13 a 15, en la que el dispositivo de medición (1) puede desplazarse con control CNC sobre el cabezal portafresa de rectificado (4).

25 17.- Rectificadora según una de las reivindicaciones 13 a 16, en la que la muela abrasiva (5) presenta una anchura correspondiente a la longitud de la zona de la pieza de trabajo (2).

18.- Rectificadora según una de las reivindicaciones 13 a 16, en la que la muela abrasiva (5) presenta una anchura (B) que es inferior a la longitud axial (L) de la zona de la pieza de trabajo (2), y realiza un rectificado longitudinal a lo largo de su eje de giro (13) en la dirección longitudinal axial del eje longitudinal de la pieza de trabajo.

30 19.- Rectificadora según una de las reivindicaciones 13 a 18, en la que el dispositivo de medición (1) mide sobre tantos planos de medición de la respectiva zona de la pieza de trabajo, en especial del muñón elevador, sus dimensiones, que puede producirse una forma cónica, bombeada o cóncava directamente y basada en los valores de medición.

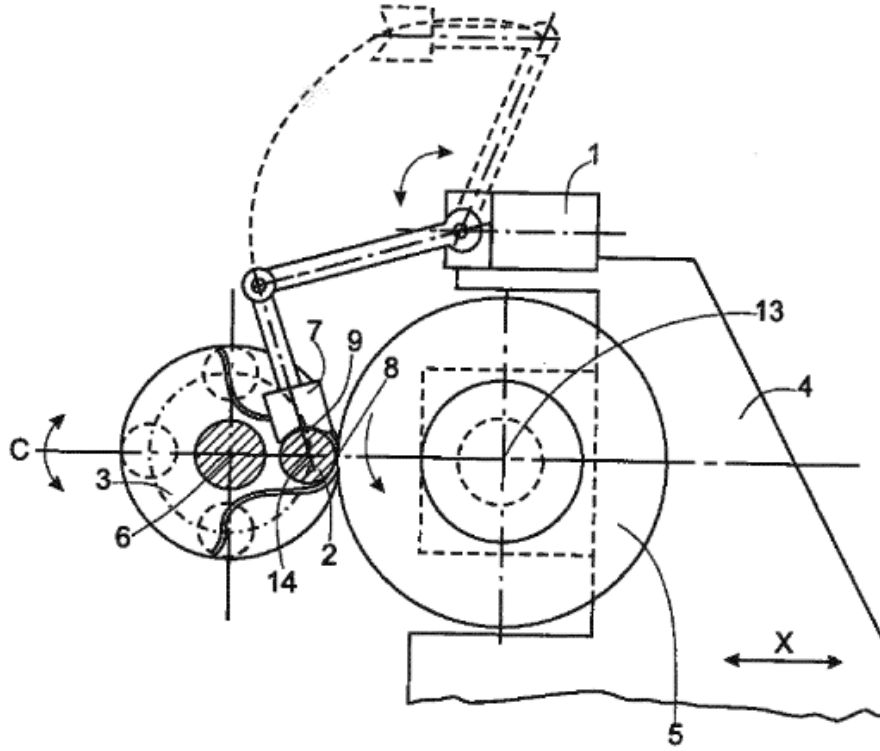


FIG. 1 (Estado de la técnica)



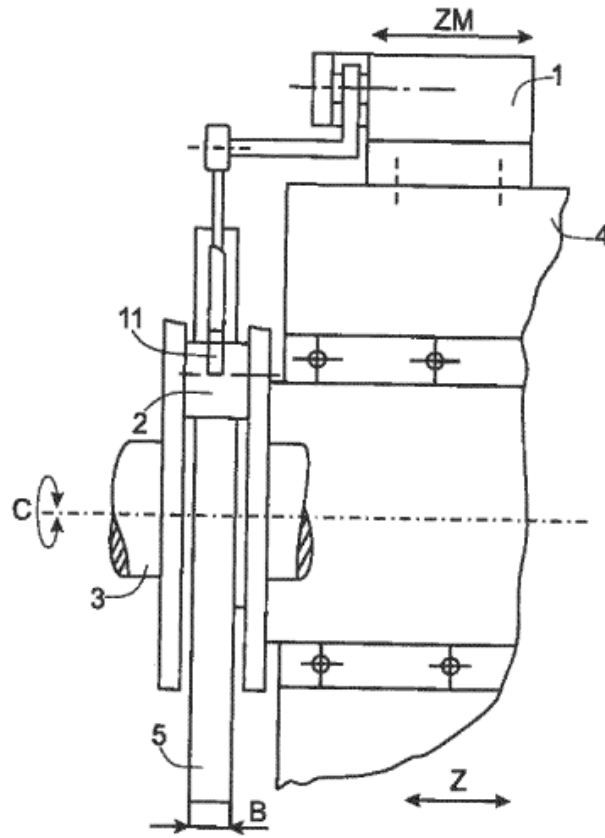


FIG. 3

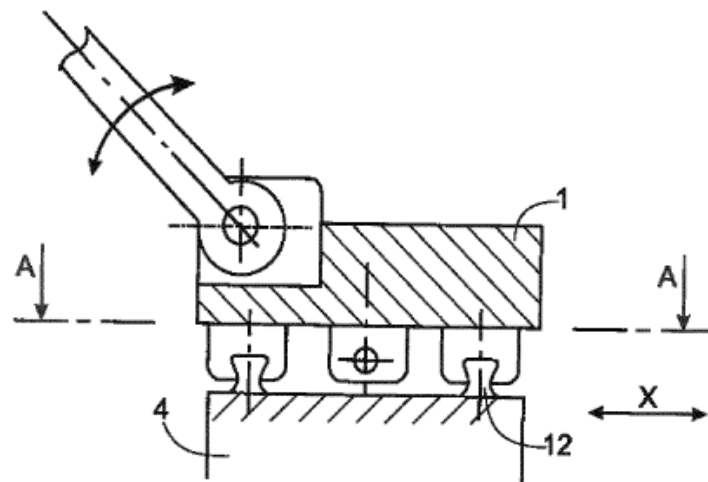


FIG. 4

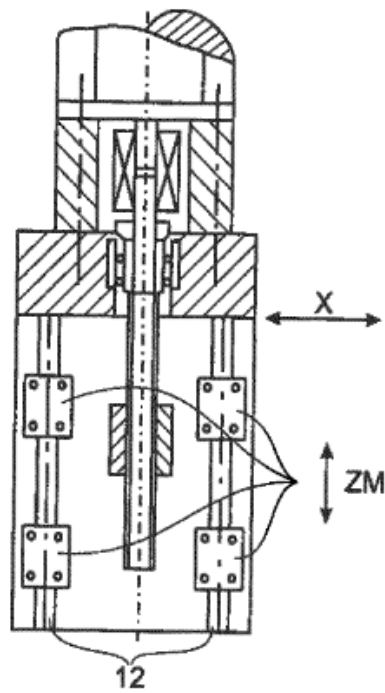


FIG. 5

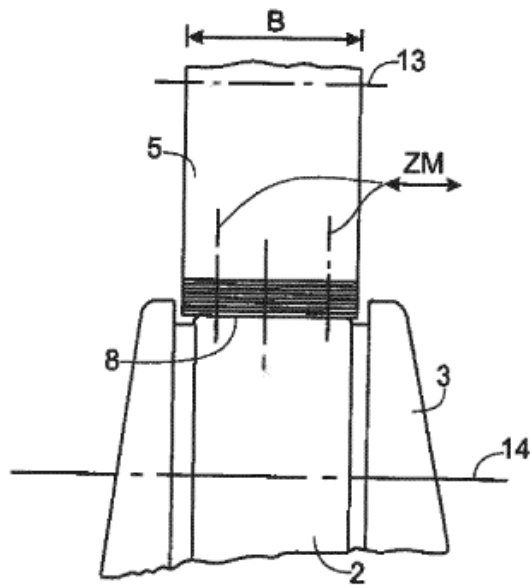


FIG. 6

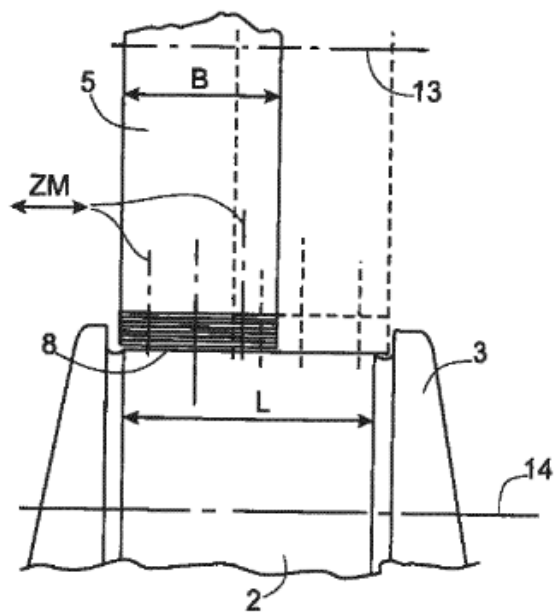


FIG. 7



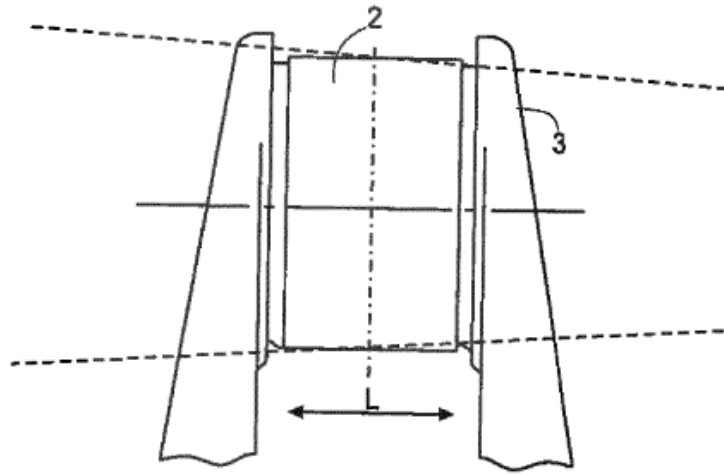


FIG. 8

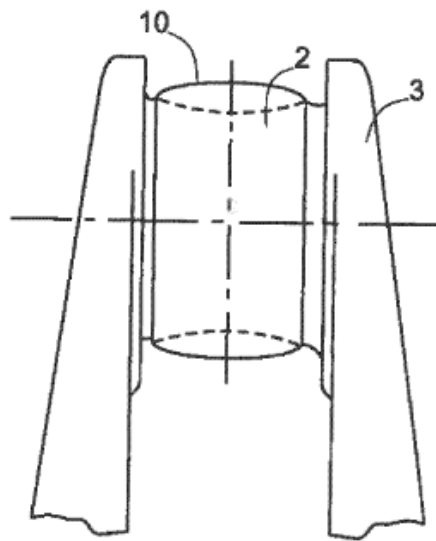


FIG. 9