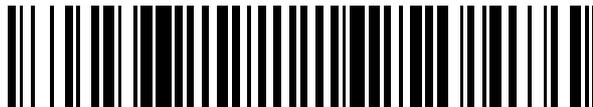


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 024**

51 Int. Cl.:

B24B 5/42 (2006.01)

B24B 49/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.12.2015 PCT/EP2015/078949**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.06.2016 WO16091864**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2015 E 15805221 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018 EP 3230008**

54 Título: **Luneta de medición para apoyar y medir zonas céntricas de piezas de trabajo, amoladora con una luneta de medición de este tipo así como procedimiento para apoyar y medir zonas céntricas de piezas de trabajo**

30 Prioridad:

09.12.2014 DE 102014225295

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

27.02.2019

73 Titular/es:

**ERWIN JUNKER MASCHINENFABRIK GMBH
(100.0%)
Junkerstrasse 2
77787 Nordrach, DE**

72 Inventor/es:

JUNKER, ERWIN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 702 024 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

Luneta de medición para apoyar y medir zonas céntricas de piezas de trabajo, amoladora con una luneta de medición de este tipo así como procedimiento para apoyar y medir zonas céntricas de piezas de trabajo

5 La invención se refiere a una luneta de medición para apoyar y medir zonas céntricas de piezas de trabajo, especialmente puntos de soporte en piezas de árbol, especialmente cigüeñales, a una amoladora para amolar zonas al menos céntricas de piezas de trabajo especialmente en cigüeñales con una luneta de medición de este tipo, así como a un procedimiento para apoyar y medir zonas céntricas de piezas de trabajo, especialmente en
10 cigüeñales, con una luneta de medición de este tipo en una amoladora de este tipo.

Se conocen lunetas para apoyar zonas céntricas de piezas de trabajo durante el mecanizado de zonas céntricas y/o excéntricas de piezas de trabajo, especialmente puntos de soporte especialmente en cigüeñales. Estas lunetas sirven para apoyar llamadas piezas de trabajo relativamente blandas, como lo son por ejemplo los cigüeñales, durante el amolado adicionalmente de tal forma que por el aporte de las fuerzas de amolado no se produzca a ser posible ninguna o al menos sólo una deformación muy reducida de la pieza de trabajo que ha de ser amolada. Especialmente en cigüeñales más largos resulta por tanto la necesidad de emplear durante el amolado, para absorber las fuerzas de amolado aportadas, lunetas de este tipo, a ser posible en varios soportes principales de un cigüeñal de este tipo o en otras piezas de árbol, a ser posible en varios puntos distribuidos a través de su extensión longitudinal. Intentando optimizar la efectividad de los procesos de fabricación, habitualmente se emplean una o varias muelas que al menos temporalmente amuelan simultáneamente las secciones céntricas de árbol que han de ser mecanizadas. Por lo tanto, por razones de escasez de espacio, al usar varias lunetas resulta difícil prever además un dispositivo de medición que no colisione en el espacio ni con la o las muelas ni con las lunetas. Una solución que se preveía en este contexto, si se debe medir durante el amolado, es la interrupción del proceso de amolado y, después, la medición del diámetro logrado actualmente. Esto no constituye una auténtica medición en proceso.

En las amoladoras para amolar cigüeñales frecuentemente se usan lunetas de la empresa AROBOTECH Systems Inc. Estas lunetas conocidas presentan generalmente tres mordazas que en el contacto con el punto de soporte presentan normalmente un recubrimiento PKD (de diamante policristalino) o CBN (de boronitruro cúbico). Las lunetas con tres mordazas ofrecen la ventaja de que el respectivo punto de soporte que ha de ser apoyado queda prácticamente "sujeto". Por tanto, una pieza de trabajo queda sujeta de forma autocentrada en su posición y la aproximación de las mordazas se realiza en dirección hacia el centro de la pieza de trabajo, es decir, de forma céntrica con respecto al diámetro de la sección céntrica correspondiente de la pieza de trabajo. Los movimientos de las distintas mordazas de luneta están acopladas mecánicamente de forma forzada, lo que conduce a un sistema mecánico relativamente complicado. Sin embargo, el uso de lunetas de este tipo sólo tiene sentido si los puntos de soporte que han de ser mecanizados están pre-mecanizados ya relativamente bien, para que la luneta quede en contacto y pueda apoyarse de manera fiable. Por lo tanto, un guiado de seguimiento de la luneta durante el proceso de amolado resulta complicado y difícil de realizar durante el proceso de amolado, por las razones mencionadas anteriormente. El acoplamiento mecánico forzado de las tres mordazas de la luneta conocida requiere unas fuerzas relativamente grandes que han de ser absorbidas durante la aproximación y que pueden conducir a huellas más pronunciadas en el punto de soporte que ha de ser apoyado. Las llamadas lunetas de dos puntos, en las que las bases de apoyo eventualmente están también ya provistas de PKD, se aproximan con ejes de CNC. En caso de emplear dos ejes de CNC separados siguen aumentando el gasto de construcción de este tipo de lunetas y por tanto su coste. Los dos puntos de apoyo o zonas de apoyo de este tipo de lunetas de dos puntos conocidas están dispuestos en ángulo recto entre sí, estando dispuesta una luneta de este tipo generalmente enfrente de la muela, para que puedan ser absorbidas las fuerzas de amolado.

También se conocen ya lunetas en las que dos puntos de apoyo están dispuestos con control forzado, como en el documento US6257972B1. Los dos puntos de apoyo descritos de la luneta conocida se apoyan contra un tercer punto de apoyo opuesto. Los distintos elementos de apoyo de luneta o están fijados por medio de topes o están aplicados en un soporte amolado acabado. Un guiado de seguimiento de la luneta durante el amolado del asiento de luneta no está previsto y tampoco es posible.

55 Por el documento DE102011015205B3 se dio a conocer además una luneta de dos puntos con dos piezas de apoyo dispuestas fijamente una respecto a otra. Una luneta conocida de este tipo se emplea para el apoyo horizontal y vertical de una pieza de trabajo y presenta dos elementos de apoyo dispuestos a una distancia lateral entre sí y ajustables con respecto a la pieza de trabajo. Las lunetas de apoyo conocidas de este tipo conducen para muchas aplicaciones actuales como mucho a una aplicación de utilidad insuficiente, especialmente en cuanto a la exactitud de marcha concéntrica que se puede lograr.

5 Estas lunetas conocidas tienen en común que, por su necesidad de espacio relativamente grande, tienen que retirarse no sólo para la carga y descarga de una nueva pieza de trabajo, sino también para la medición. Los dispositivos de medición separados que generalmente se pivotan hacia la zona de la pieza de trabajo que ha de ser medida, tienen imprecisiones adicionales en el resultado de medición, a causa de los elementos de movimiento necesarios para ello. Aparte de ello, con este tipo de dispositivos apenas son posibles auténticas mediciones en proceso.

10 Esto resulta problemático especialmente si o bien existen desviaciones de la cilindridad en el sentido longitudinal de la zona de pieza de trabajo que ha de ser medida o mecanizada, o si se desea medir precisamente este tipo de imprecisiones, porque en estos casos, el dispositivo de medición tiene que medir en varios planos adyacentes en sentido longitudinal el componente que ha de ser medido o la zona de pieza de trabajo que ha de ser medida. Para el mecanizado por amolado de piezas de árbol y especialmente de puntos de soporte en cigüeñales frecuentemente se emplean dispositivos de medición por ejemplo de las empresas Marposs S.p.A. o JENOPTIK
15 Industrial Metrology Germany GmbH.

20 Así, por el documento DE69413041T2 se dio a conocer un captador de medición de la empresa Marposs S.p.A. para el control de magnitudes lineales. Este aparato de medición se puede emplear para medir diámetros interiores de taladros así como de diámetros exteriores. Para ello, está previsto un sensor móvil en forma de un elemento esférico, siendo transmitidos desviaciones al elemento esférico por medio de un elemento adicional. En este aparato de medición conocido, el elemento esférico se puede mover en contacto con una superficie de tope sobre la que se puede mover en sentido oblicuo, estando realizada la superficie de tope con una sección transversal cóncava, lo que sirve de asiento para el elemento esférico y lo guía en el sentido oblicuo.

25 Además, en el documento DE3336072C2 se describe un dispositivo palpador para medir dimensiones lineales, solicitado asimismo por la empresa Marposs S.p.A.. También aquí, la medición se realiza con los cabezales palpadores conocidos para dimensiones exteriores así como para dimensiones interiores en un plano perpendicular al eje longitudinal de la zona acabada de la pieza de trabajo que ha de ser medida. Sin embargo, no se describe la medición de desviaciones de forma o de perfilaciones en el sentido longitudinal de la sección céntrica de la pieza de trabajo.
30

35 Además, en el folleto "MOVOLINE In-Prozess-Messtechnik" de la empresa JENOPTIK se describe una técnica de medición en proceso de este tipo para la medición de zonas de pieza de trabajo mecanizadas incluyendo también la medición continua de estas dimensiones durante el mecanizado para el control adaptativo del proceso de amolado en función de los parámetros medidos de la pieza de trabajo así como el uso opcional de estos dispositivos de medición para el control de la redondez (véase Messsysteme DF500 o DF700, página 15). En este sistema de medición conocido igualmente se describe trabajar con dos cabezales de medición en el sentido de una medición en proceso para la determinación de diámetros exteriores. Aunque las dimensiones de forma se realicen tras finalizar el amolado o un paso del proceso de amolado, pero no se usan para el control adaptativo, también
40 este sistema de medición requiere un espacio adicional que existe sólo de forma limitada en una amoladora para este tipo de componentes altamente complejos como un cigüeñal.

45 Además, se conocen lunetas con las que se pueden realizar ciertas mediciones en la pieza de trabajo que ha de ser apoyada. En el documento DE10209371A1 se describe una luneta de centrado rápido, en la que de forma opuesta al punto de apoyo en sí de la luneta está dispuesto un sistema de medición mediante el que se pretende hacer posible una medición indirecta de la zona apoyada de la pieza de trabajo. Sin embargo, por el centrado después de la colocación de luneta en la superficie de la pieza de trabajo, es necesario retener primero el sistema de medición a cero o a una medida de base en la pinola correspondiente.

50 Además, por el estado de la técnica más próximo, el documento DE69014883T2, se conoce una luneta con medición a distancia. La luneta conocida es una luneta de tres mordazas con efecto de autocentrado, en la que las respectivas mordazas de la luneta están unidas a través de un varillaje a un cuerpo de trabajo, cuyo deslizamiento longitudinal constituye a su vez el resultado de medición en sí de la zona apoyada de la pieza de trabajo. También en este caso, se trata de una medición indirecta de la zona apoyada de la pieza de trabajo, cuya precisión está
55 limitada por numerosos elementos de movimiento intercalados. Especialmente las máximas precisiones a las que se aspira en la actualidad en numerosas piezas de trabajo que han de ser fabricadas, se verán limitadas con esta luneta conocida, sobre todo en la aplicación de mediciones en proceso.

60 Todos los demás sistemas adicionales, conocidos, para el amolado especialmente de cigüeñales, en concreto, sistemas para el apoyo adicional, es decir, las lunetas, así como sistemas para medir preferentemente antes del durante el mecanizado por amolado, tienen en común que o bien requieren dispositivos de medición adicional, o

bien las mediciones pueden realizarse sólo de manera discontinua. Con las lunetas conocidas, las mediciones en sí sólo pueden realizarse de manera indirecta, lo que implica pérdidas en la precisión de medición.

5 Por lo tanto, la invención tiene el objetivo de proporcionar una luneta para el apoyo activo fiable de una zona céntrica de piezas de trabajo, con la que, sin necesidad de espacio de construcción adicional, se pueda medir exactamente la zona céntrica de la pieza de trabajo y sea posible una medición en proceso fiable, en concreto, sin para la medición se tenga que interrumpir el mecanizado por amolado en sí. Además, se pretende proporcionar una amoladora con una luneta de este tipo así como un procedimiento para apoyar y medir piezas de árbol céntricas en una amoladora con una luneta de este tipo.

10 Este objetivo se consigue mediante una luneta de medición con las características según la reivindicación 1, mediante una amoladora con las características según la reivindicación 4 y mediante un procedimiento con las características según la reivindicación 9. Variantes convenientes se definen en las reivindicaciones dependientes correspondientes.

15 Por el término “punto de soporte céntrico” empleado en lo sucesivo se entenderán también aquellas zonas céntricas de la pieza de trabajo que están realizadas de forma céntrica, pero que no necesariamente son un punto de soporte en la pieza de trabajo o la pieza de árbol. Igualmente, por “pieza de árbol” se entenderá también una pieza de trabajo que presenta una zona céntrica de pieza de trabajo. Según un primer aspecto de la invención, se proporciona una luneta que aparte de su dispositivo convencional presenta también un dispositivo integrado en la misma para la aplicación directa en las zonas céntricas de pieza de trabajo y su medición, especialmente puntos de soporte en piezas de árbol, especialmente en cigüeñales. En lo sucesivo, una luneta de este tipo se denomina luneta de medición.

20 La luneta de medición según la invención presenta un dispositivo para apoyar zonas céntricas de pieza de trabajo, especialmente puntos de soporte en piezas de árbol, especialmente en cigüeñales, antes y/o durante el mecanizado de las piezas de árbol con un dispositivo de medición integrado para la medición directa y preferentemente simultánea de las zonas de pieza de trabajo.

25 Por “medición directa” se entiende aquí que el dispositivo de medición situado dentro de la zona de apoyo de la luneta de medición contacta directamente la superficie de la zona céntrica de pieza de trabajo que ha de ser medida.

30 La luneta de medición según la invención garantiza de manera ventajosa que para la medición de una zona de pieza de trabajo que ha de ser mecanizada, apoyada por una luneta, además no se requiere espacio adicional en una máquina de mecanizado para un dispositivo de medición, de manera que con la luneta de medición es posible de manera sorprendente, sin pérdida de espacio en la máquina, no sólo un apoyo, sino también una medición de la zona de pieza de trabajo que está siendo mecanizada, con la luneta de medición según la invención. De esta manera, por otra parte, es posible conseguir de manera fiable una alta precisión por la medición directa de la pieza de árbol que ha de ser mecanizada.

35 Preferentemente, la luneta de medición según la invención para apoyar y medir zonas céntricas de pieza de trabajo antes y/o durante el mecanizado de zonas céntricas y/o excéntricas de piezas de trabajo u otras zonas en una pieza de árbol está realizada de tal forma que para el amolado se puede hacer pasar desde una posición retirada y una posición de apoyo en la zona céntrica de pieza de trabajo para apoyar la zona céntrica de pieza de trabajo. La luneta de medición presenta preferentemente al menos dos piezas de apoyo que pueden aproximarse a la zona céntrica de pieza de trabajo y que cuando la luneta de medición está aplicada en la zona de pieza de trabajo apoyan esta en zonas circunferenciales situadas a una distancia entre sí. Las piezas de apoyo forman un ángulo de apertura entre sí respectivamente en un flanco lateral de un prisma que se abre a modo de horquilla y que está dispuesto en un brazo de luneta. Las piezas de apoyo están dispuestas en una posición fija una respecto a otra y con respecto al brazo de luneta y en la posición de apoyo de la luneta de medición están dispuestas de forma subcéntrica con respecto al eje longitudinal de la zona de pieza de trabajo. Esta disposición está prevista de tal forma que una bisectriz formada entre las dos piezas de apoyo presenta un ángulo agudo fijo con respecto a la perpendicular que se extiende por el eje longitudinal de la zona de pieza de trabajo. Se produce una aproximación controlada por CNC del brazo de luneta a la zona de pieza de trabajo a lo largo de dicha bisectriz en la que está dispuesto el dispositivo de medición con respecto a su eje longitudinal para la medición de la zona de pieza de trabajo. Esto significa que el eje longitudinal del dispositivo de medición está alineado con la bisectriz, es decir con el eje de aproximación X_L de la luneta en la zona de pieza de trabajo que ha de ser apoyada.

40 En principio, una luneta de este tipo en forma de un prisma tiene la “desventaja” de que no es de autocentrado. Esto significa que no se adapta automáticamente al diámetro de la zona céntrica de pieza de trabajo que ha de ser

apoyada. Esta desventaja se compensa ahora por el hecho de que para poder fabricar diámetros lo más precisos posible de las zonas céntricas de pieza de trabajo se mide el diámetro de la zona céntrica de pieza de trabajo durante la aplicación de la luneta. Por lo tanto, mediante la integración de un dispositivo de medición en la luneta se puede compensar un requisito normalmente bastante sencillo que posiblemente no satisface todos los requisitos en cuanto a la precisión del proceso de mecanizado, y al mismo tiempo se ahorra en la máquina espacio de construcción para un dispositivo de medición separado presente en caso contrario.

Preferentemente, la luneta de medición se puede mover en su eje de aproximación X_L entre una posición retirada y la posición de apoyo. La luneta de medición está realizada de tal forma que su brazo de luneta puede moverse por medio de un solo motor de ajuste que trabaja sobre un husillo roscado. El eje de aproximación X_L de la luneta coincide según la invención con la bisectriz y constituye un eje de aproximación separado, controlado por CNC.

Para garantizar una aplicación a ser posible óptima por las piezas de apoyo también en un contorno bruto de la zona de pieza de trabajo que ha de ser amolada, estas están realizadas según el uso previsto y la realización cualitativa del contorno de la zona de pieza de trabajo que ha de ser apoyado, con una superficie plana, de forma curvada de manera convexa o de forma dividida en al menos dos secciones de apoyo por medio de una ranura central. Y más preferentemente, las piezas de apoyo están provistas de superficies CBN o PKD. Esto garantiza un deslizamiento con un desgaste especialmente reducido de las piezas de apoyo en la superficie de la zona de pieza de trabajo, que ha de ser apoyada, durante la rotación de la pieza de trabajo. Dado que especialmente en un contorno bruto de la zona de pieza de trabajo que ha de ser amolada o apoyada, en el sentido del eje longitudinal de la zona céntrica de pieza de trabajo pueden existir desviaciones del diámetro, además está previsto preferentemente que las piezas de apoyo están soportadas en los flancos laterales del prisma de forma oscilante alrededor de un eje que se extiende perpendicularmente con respecto al eje longitudinal de la zona de pieza de trabajo. De esta manera, las irregularidades en el contorno de la superficie al menos pueden compensarse mejor de esta manera que si las piezas de apoyo están dispuestas fijamente en los flancos laterales correspondientes del prisma de la luneta de medición.

Preferentemente, el dispositivo de medición dispuesto preferentemente entre las piezas de apoyo del prisma de la luneta presenta una espiga palpadora que está dispuesta sobre la bisectriz de forma móvil o deslizante con respecto a la aproximación controlada por CNC del brazo de luneta a lo largo del eje X_L . Además, preferentemente, el dispositivo de medición se puede mover independientemente de la aproximación controlada por CNC del brazo de luneta. De esta manera, es posible adaptar diferentes tareas de medición durante una aproximación de la luneta a una zona de pieza de trabajo que ha de ser apoyada, tanto a la medida bruta de esta como a una medida intermedia y a una medida final. Ciertas imprecisiones de contorno aún existentes en una medida intermedia así como, evidentemente, aún más en la medida bruta de la zona céntrica de pieza de trabajo que ha de ser mecanizada, pueden ser compensadas por el dispositivo de medición adicional con vistas a los demás problemas existentes para una luneta durante el apoyo sobre un contorno aún no amolado totalmente. El movimiento de la espiga palpadora en el sentido del eje longitudinal del dispositivo de medición significa que la espiga palpadora se mueve sobre el eje X_L de la luneta de medición y, por tanto, también está dispuesta de forma alineada con la bisectriz. La luneta de medición está dispuesta, durante el uso de la muela sustancialmente opuesta, de forma subcéntrica con respecto a la pieza de árbol.

La luneta de medición según la invención es de manera ventajosa un dispositivo muy compacto que garantiza tanto un apoyo en la zona de pieza de trabajo en forma de una luneta más o menos convencional, pero que igualmente requiere una medición de la pieza de trabajo, en concreto, en el punto de apoyo, sin que un dispositivo de medición adicional requiera espacio de construcción en el punto céntrico de la pieza de trabajo que ha de ser apoyado y amolado. Es que sorprendentemente se ha mostrado que, a pesar de las fuerzas de apoyo en algunos casos de servicio relativamente grandes que una luneta debe absorber convencionalmente, el dispositivo de medición integrado en la luneta todavía puede cumplir de forma muy fiable y muy exacta su tarea de medición.

Según un segundo aspecto de la invención está prevista una amoladora para amolar zonas céntricas y/o excéntricas en piezas de trabajo, especialmente puntos de soporte especialmente de cigüeñales, que presenta una luneta de medición según la invención con las características según una de las reivindicaciones 1 a 5 y con un dispositivo de control, por medio del cual antes y/o durante del amolado que se realiza por medio de una muela o después de realizarse el amolado de una zona de pieza de trabajo, la luneta de medición puede aplicarse en una zona céntrica de pieza de trabajo y, hasta la medida acabada de la zona de pieza de trabajo, la muela puede aproximarse por medio de sus controles CNC. La luneta de medición está realizada como prisma de apoyo de tal manera que su movimiento de aproximación, igualmente controlado por CNC, a la zona de pieza de trabajo que ha de ser apoyada, se realiza a lo largo de la bisectriz del ángulo de apertura del prisma de apoyo. El dispositivo de medición está dispuesto en la bisectriz, estando alineado su eje longitudinal con la bisectriz. Mediante la realización de la amoladora con un control CNC para la amoladora (eje X) y del control CNC (eje X_L) de la luneta de medición,

5 tanto el control de la aproximación de la muela como de la aproximación de la luneta de medición pueden realizarse con un proceso óptimo y teniendo en consideración la posición correspondiente de la muela y de la luneta de medición. En particular, preferentemente es posible que las posiciones exactas de la muela y de la luneta de medición puedan adaptarse entre sí en función del resultado de medición del dispositivo de medición durante la medición de la zona céntrica de pieza de trabajo.

10 Preferentemente, el dispositivo de medición transmite al dispositivo de control señales de medición del diámetro de la zona de pieza de trabajo para la posición de aproximación de la luneta de medición en el punto de soporte o en la zona de pieza de trabajo, siendo controladas a base de estas señales de medición las posiciones de aproximación de la luneta de medición. Preferentemente, además, el dispositivo de control está realizado de tal forma que sobre la base de las señales de medición puede controlarse la posición de aproximación de eje X de la muela. De esta manera, mediante una adaptación entre la aproximación de la muela y la aproximación de la luneta de medición se puede producir siempre la fuerza de aplicación óptima de la luneta de medición en la zona de pieza de trabajo mecanizada. Por ajuste óptimo se entiende que las fuerzas que son introducidas en la pieza de trabajo por la muela, así como la fuerza de la luneta sobre la pieza de trabajo pueden ajustarse, por ejemplo para presionarla dado el caso ligeramente desde arriba, de manera que después del amolado y después del o como resultado del proceso de medición pueda producirse un cilindricidad óptima, orientada hacia el eje longitudinal de la zona céntrica de pieza de trabajo.

20 Preferentemente, el dispositivo de medición puede modificarse a lo largo de la bisectriz con respecto al movimiento de aproximación de la luneta de medición. Y más preferentemente, las aproximaciones controladas por CNC de la muela y de la luneta de medición se producen de forma sincrónica entre sí. En el caso de una aproximación sincrónica de la muela y de la luneta de medición, en el sentido de un resultado de mecanizado óptimo y altamente preciso es necesario que los resultados de medición del dispositivo de medición de la luneta de medición se transmitan al dispositivo de control y se evalúen en este de manera correspondiente.

25 Sin embargo, más preferentemente también es posible que la luneta de medición pueda guiarse por medio del dispositivo de control siguiendo la posición de aproximación de eje X de la muela. En caso de un guiado de la luneta de medición siguiendo la posición de eje X de la muela, la luneta de medición por así decirlo reacciona con su posición de apoyo correspondiente en la zona de pieza de trabajo que ha de ser apoyada y medida, a la posición de aproximación alcanzada de la muela.

30 Resulta especialmente ventajoso si la bisectriz forma un ángulo de este tipo con respecto a la perpendicular, que las fuerzas resultantes ejercidas durante el amolado presionen la zona de pieza de trabajo al interior del prisma de apoyo contra las piezas de apoyo fijando su posición.

35 Si la luneta de medición se guía siguiendo la posición de aproximación de eje X de la muela, preferentemente la posición de apoyo será una posición de fin de carrera de la aproximación, en la que el prisma de apoyo está en la posición de fin de carrera en contacto con una zona de pieza de trabajo amolada totalmente.

40 Resumiendo, cabe constatar que con la luneta de medición según la invención, la amoladora según la invención supera el problema de que el espacio limitadamente disponible que no se ve limitado adicionalmente por la previsión de un dispositivo de medición adicional, independiente de la luneta, como es habitual en el estado de la técnica, sino que el dispositivo de medición integrado en la luneta de medición no sólo ofrece en cuanto al espacio considerables ventajas frente a los dispositivos conocidos en el estado de la técnica, sino que además ofrece la posibilidad de que una luneta de medición puede emplearse tanto para un contorno bruto como para un contorno intermedio y para un contorno amolado totalmente y, al mismo tiempo, con la medición directa de los datos de diámetro respectivamente actuales, en la zona de pieza de trabajo céntrica mecanizada pueden lograrse resultados de mecanizado óptimos.

45 Según un tercer aspecto de la invención se proporcionar un procedimiento para apoyar y medir zonas céntricas de pieza de trabajo, especialmente puntos de soporte en piezas de árbol, especialmente de un cigüeñal, antes y/o durante el mecanizado de zonas de pieza de trabajo céntricas y/o excéntricas por medio de una muela que presenta un eje de aproximación controlado por CNC por un dispositivo de control, en cuyo procedimiento un dispositivo de medición en una luneta de medición dispuesta en un brazo de luneta, según una de las reivindicaciones 1 a 5, en una amoladora según una de las reivindicaciones 6 a 13, se pone en contacto con las zonas de pieza de trabajo que han de ser medidas, por medio de un eje de CNC del brazo de luneta, y la zona de pieza de trabajo aún no mecanizada o mecanizada ya parcialmente o mecanizada totalmente se mide por medio del dispositivo de medición integrado en la luneta de medición.

Preferentemente, en el procedimiento, la luneta de medición se aplica con sus piezas de apoyo, dispuestas dentro del prisma, en la zona de pieza de trabajo que ha de ser apoyada, de tal forma que dicha zona de pieza de trabajo queda presionada desde arriba por un importe definido con respecto al eje longitudinal central de la pieza de árbol y, después, la luneta de medición apoya la zona de pieza de trabajo en el diámetro actual de la misma. Dicha presión sobre la zona de pieza de trabajo significa que por la luneta no sólo se aplica una fuerza de apoyo reactiva sobre la pieza de árbol que ha de ser mecanizada, sino que adicionalmente se consigue una fuerza de presión activa para producir una deformación intencionada del eje longitudinal del componente en el sentido de una ligera flexión desde la línea de flexión cero.

5 Además, preferentemente también está previsto que, después de la medición de la zona de pieza de trabajo, la luneta de medición se retira por un importe tan pequeño en su eje de aproximación de CNC (eje de aproximación X_L) que la luneta de medición apoya la zona de pieza de trabajo en su diámetro actual, en concreto, sin presión desde arriba.

15 El hecho de si la luneta de medición presiona sobre la zona de pieza de trabajo o no depende finalmente también de la medida que el dispositivo de medición haya medido en el contorno bruto o el contorno intermedio de la zona de pieza de trabajo. Además, preferentemente, con el procedimiento según la invención, la luneta de medición se hace seguir, por medio de un dispositivo de control sobre la base de señales de medición proporcionadas al mismo por el dispositivo de medición, el diámetro actual de la zona de pieza de trabajo hasta la medida acabada de la misma. Durante ello, se produce una medición continua del diámetro actual, lo que es una medición en proceso.

20 Pero la medición también puede estar realizada de tal forma que durante el amolado del punto de soporte se detenga el avance de amolado y que la medición del diámetro se produzca en el punto de soporte. A continuación, el punto de soporte se amuela a la medida de diferencia determinada por el dispositivo de medición integrada, hasta alcanzar la medida acabada. De manera preferible, la medición también puede realizarse con un avance de amolado ininterrumpido y un pequeño importe de levantamiento de la muela del punto de soporte que ha de ser amolado en ese momento.

30 Para incrementar la precisión del mecanizado, además, preferentemente, por medio del dispositivo de control, el eje de aproximación X controlado por CNC de la muela puede someterse a una corrección de redondez adicional referente a los valores de aproximación en sí de la muela, a modo de una superposición. De esta manera, es posible seguir mejorando la redondez en el resultado de mecanizado, pudiendo vigilarse y controlarse con el dispositivo de medición integrado en la luneta de medición el proceso de mecanizado correspondiente mediante la medición en proceso realizada de esta manera.

35 Preferentemente, en una primera versión, la luneta de medición se acerca con la pieza de árbol no rotatoria sobre el eje de CNC de su brazo de luneta (eje de aproximación X_L) a la zona de pieza de trabajo que ha de ser mecanizada, tanto que el dispositivo de medición mida una señal de medición del diámetro de la zona de pieza de trabajo, en concreto, sin que la luneta de medición apoye la zona de pieza de trabajo. Por lo tanto, en esta primera versión, el dispositivo de medición se usa dentro de la luneta de medición para obtener un primer valor del diámetro, especialmente del contorno bruto de la zona céntrica de pieza de trabajo, sin que la luneta entre en contacto con dicha zona de pieza de trabajo.

45 Según una segunda variante, preferentemente, la luneta de medición se acerca, con la pieza de árbol en rotación, sobre el eje de CNC de su brazo de luneta, con una aproximación moderada, a la zona de pieza de trabajo que ha de ser mecanizada, de tal forma que queda apoyada la zona de pieza de trabajo, es decir, que la luneta de medición está en contacto con la zona de pieza de trabajo y que ya no cambia la señal de medición del dispositivo de medición. A continuación, la señal de medición es transmitida al dispositivo de control. Es decir que la transmisión de la señal de medición al dispositivo de control se produce sólo cuando ya no cambia la señal de medición del dispositivo de medición. En esta versión queda especialmente claro qué ventajas resultan de que el dispositivo de medición está integrado en la luneta de medición y las señales de medición del dispositivo de medición se usan inmediatamente para el control de la aproximación de la luneta de medición. Y finalmente, preferentemente, según una tercera versión, la luneta de medición con la pieza de árbol en rotación se aproxima sobre el eje de CNC de su brazo de luneta a la zona de pieza de trabajo que ha de ser mecanizada, hasta un límite de tolerancia inferior predefinido de la misma. Sólo al alcanzar esta posición de aproximación, el dispositivo de medición mide el diámetro de la zona de pieza de trabajo y transmite al dispositivo de control la señal de medición correspondiente a dicho diámetro.

50 Y finalmente, preferentemente se proporciona un procedimiento en el que los pasos se realizan sucesivamente. Para determinados casos de aplicación resulta especialmente ventajosa la realización sucesiva de estos respectivos pasos, lo que puede resultar efectivo especialmente si existe un contorno bruto relativamente basto de

la zona de pieza de trabajo que ha de ser mecanizada. Después de la transmisión de los valores de medición por el dispositivo de medición al dispositivo de control, la luneta puede aproximarse al diámetro de soporte exacto en el punto de soporte.

- 5 Para obtener un contacto mejorado del diámetro que ha de ser medido dentro del prisma de apoyo, en otra forma de realización preferible está previsto que la luneta está dotada de una palanca pivotante que presiona la pieza de trabajo adicionalmente de forma activa al interior del prisma de apoyo.

10 Más ventajas, realizaciones y detalles de la invención se describen a continuación con la ayuda de ejemplos de realización mediante el siguiente dibujo. En el dibujo, muestran:

la figura 1: una estructura básica de una amoladora con una luneta de dos puntos dispuesta, no estando representado el dispositivo de medición;

- 15 la figura 2: una vista de detalle ampliada de un cigüeñal amolado recto con la luneta de medición según la invención en la posición retirada (líneas continuas) y la posición de apoyo (líneas discontinuas);

la figura 3: una vista tridimensional de la luneta de medición según la invención según la figura 2;

la figura 4: un alzado lateral básico de la luneta de medición según la invención en contacto con la pieza de trabajo que ha de ser mecanizada, estando retirada la muela y conectado el circuito de regulación para el ajuste de la luneta de medición;

- 20 la figura 5: una representación de detalle básica de la luneta de medición según la invención, en la que el dispositivo de medición se ha acercado a la zona de pieza de trabajo, pero las piezas de apoyo de la luneta de medición todavía no se han acercado a la zona de pieza de trabajo;

la figura 6: una vista de detalle como en la figura 5, pero con las piezas de apoyo de la luneta de medición acercadas a un contorno bruto de la zona de pieza de trabajo;

- 25 la figura 7: un cigüeñal sujeto entre el cabezal móvil y el cabezal fijo, que en sus soportes principales está apoyado respectivamente con una luneta de medición según la invención; y

la figura 8: un cigüeñal según la figura 7 en la que, para mayor claridad, los respectivos soportes principales para el apoyo con una luneta de medición están designados por flechas.

- 30 En la figura 1 está representada en alzado lateral la estructura básica de una amoladora con una luneta de dos puntos en forma de la luneta de medición según la invención, en la que para mayor facilidad de la representación, no está representado el dispositivo de medición. Una bancada de máquina 1 lleva un carro en cruz 2 para un movimiento controlado por CNC de una muela 4 soportada sobre un cabezal fijo de amolado 3, para su aproximación a la pieza de trabajo 6 que ha de ser amolada que presenta un eje longitudinal central 5. La pieza de trabajo 6 constituye una pieza de árbol en la que el eje longitudinal central 5 se refiere a la zona de pieza de trabajo 9 que ha de ser mecanizada. La muela 4 está representada con una línea continua en la posición retirada fuera de engrane con la pieza de árbol 6 que ha de ser amolada, estando representado en su interior, en forma de una flecha curvada 4.1, el sentido de giro de la muela. Con una línea discontinua está representada la muela 4 en engrane con la pieza de árbol 6 que ha de ser amolada.

- 40 El cabezal fijo de amolado 3 está realizado de manera conocida en modo de construcción de carro en cruz, por lo que es posible aproximar este con la muela 4 paralelamente con respecto al eje central longitudinal 5 de la zona de pieza de trabajo céntrica 9 que ha de ser amolada de la pieza de trabajo 6, es decir, su eje de rotación, y en ángulo recto con respecto a dicho eje longitudinal central 5. La aproximación se realiza a través del eje X. El eje fijo de pieza de trabajo está soportado en la zona delantera de la amoladora sobre la bancada de máquina 1 sobre una mesa de amolado 25 que aloja también el accionamiento de pieza de trabajo 8, representado por la flecha curvada, para la pieza de trabajo, un cabezal móvil 28 (véase la figura 7) y una luneta de medición 7 según la invención para apoyar la pieza de trabajo en un punto de soporte y para su medición directa. Por medición directa se entiende que el dispositivo de medición 30 integrado en la luneta de medición 7 (véase la figura 2) se pone con su espiga palpadora directamente en contacto con la superficie de la zona de pieza de trabajo 9 que ha de ser medida y, por tanto, recibe directamente una señal de medición correspondiente en la superficie de la zona de pieza de trabajo 9. En la figura 1, la luneta de medición está representada en una posición con respecto a la pieza de trabajo 6, en la que no se apoya la pieza de trabajo. Generalmente, para el apoyo y la medición, la luneta de medición se pone en contacto con la pieza de trabajo 6, si la muela está en engrane con la pieza de trabajo para el amolado, como está representado con líneas discontinuas en la figura 1. Si la luneta de medición está acercada, con sus piezas de apoyo para la realización de su apoyo por dos puntos, de forma subcéntrica a la zona de pieza de trabajo para el apoyo y la medición de la misma, la muela presiona la pieza de trabajo, por el sentido de giro 4.1, al interior del prisma de la luneta, con centrado de posición. La luneta de medición 7 que presenta un brazo de luneta 19 en el que está dispuesta la realización en forma de prisma en sí de la luneta de medición, se mueve sobre un eje de aproximación controlado por CNC. Este eje de aproximación controlado por CNC está designado por X_L en la figura 1.

En la figura 2 está representada en una representación ampliada una vista de detalle de la amoladora según la figura 1 en la que la muela 4 está aproximada con sus sentido de giro 4.1, desde su posición retirada (línea continua) para el amolado, a su posición de engrane (línea discontinua) con la pieza de trabajo 6 en forma de un soporte principal de un cigüeñal. El eje longitudinal central 5 del pivote de soporte céntrico de la pieza de trabajo 6 se extiende paralelamente con respecto al eje de rotación de la muela 4. Sobre la mesa de amolado 25 está dispuesta la luneta de medición 7. La luneta de medición 7 presenta en su brazo de luneta 19 una cavidad que está realizada como prisma con piezas de apoyo 11 dispuestas en sus flancos laterales 22 (véase la figura 3). La luneta de medición 7 está dispuesta sobre la mesa de amolado 25 de tal forma que las líneas de apoyo 20 formadas por las piezas de apoyo 11 durante su contacto con el punto de soporte 9 (véase la representación en líneas discontinuas de la luneta de medición 7) están dispuestas con su pieza de apoyo 11 derecha, representada en la figura, bajo un ángulo α de aprox. 7° debajo del centro de la pieza de trabajo. Esto significa que, en su posición de engrane con la pieza de trabajo 6 que ha de ser apoyada, el prisma de apoyo de la luneta de medición 7 está dispuesto, con la pieza de trabajo 6 que ha de ser apoyada, de forma subcéntrica en su conjunto con respecto al eje longitudinal central 5 de la pieza de trabajo y del eje de rotación de la muela que están situados en un plano. El ángulo α de aprox. 7° ha resultado ser ventajoso durante el amolado, ya que la zona de pieza de trabajo 9 que ha de ser apoyada nunca está redonda exactamente al 100 %. Mediante esta disposición subcéntrica del apoyo directo de la zona de pieza de trabajo 9 que ha de ser amolada, los errores de redondez en este punto de soporte durante el amolado no se reproducen de manera continua en el punto de soporte que ha de ser amolado, como es el caso en un apoyo vis-a-vis para el engrane de la muela en el estado de la técnica, es decir, cuando el apoyo del punto de soporte con respecto a la bisectriz entre las dos piezas de apoyo se encuentra en el mismo plano del eje de rotación de la muela y del eje longitudinal central 5 de la pieza de trabajo.

La luneta de medición 7 se mueve sobre su eje de aproximación (eje X_L) controlado por CNC entre su posición retirada (línea continua) y su posición de engrane (líneas discontinuas). El movimiento del brazo de luneta 19 con piezas de apoyo 11 dispuestas en los flancos laterales 22 del prisma 10 presenta en la zona del fondo del prisma un dispositivo de medición 30, cuya espiga palpadora 32 está dispuesta a lo largo de la bisectriz formada entre los flancos laterales 20 del prisma 10, con cuyo eje longitudinal 31 se puede mover con respecto al movimiento de la luneta de medición o del brazo de luneta 19 de esta. Una espiga palpadora 32 está prevista para aplicarse directamente en la superficie de la zona de pieza de trabajo 9 que ha de ser medida, de manera que tanto cuando el prisma está aplicado en la pieza de trabajo como cuando aún no está aplicado en la zona de pieza de trabajo 9, el dispositivo de medición 30 puede medir el diámetro de la zona de pieza de trabajo que ha de ser medida y determina una señal de medición correspondiente.

Para las diferentes variantes y casos de uso del prisma de medición es necesario, que este esté realizado de manera suficientemente estable y rígida, para que las fuerzas de apoyo correspondientemente grandes puedan ser absorbidas por la luneta de dos puntos. Sorprendentemente, se ha demostrado que el dispositivo de medición 30 bastante sensible no obstante puede disponerse directamente en la zona de la luneta de medición o integrarse en esta, sin que las grandes fuerzas de apoyo influyan negativamente en el dispositivo de medición. Una disposición en la zona del fondo del prisma de la luneta de medición garantiza cierta protección del dispositivo de medición sensible y no obstante permite una medición directa de los valores de diámetro de la zona de pieza de trabajo amolada o que ha de ser amolada, de manera que con una luneta de medición de este tipo se puede conseguir un apoyo fiable y, no obstante, es posible una medición en proceso. Además, la luneta de dos puntos garantiza de manera correspondiente que con una disposición de este tipo del prisma pueden amolarse puntos de soporte con errores de redondez en parte claramente inferiores a $1 \mu\text{m}$. Estos reducidos errores de redondez se pueden conseguir entre otras también porque la luneta de medición presenta por una parte una alta rigidez y, por otra parte, la ventaja de su movimiento en un eje de aproximación igualmente controlada por CNC, el eje X_L . De esta manera, el brazo de luneta 19 con el prisma 10 o con el apoyo en forma de prisma y las piezas de apoyo en sí puede aproximarse bajo condiciones definidas, en un recorrido de movimiento definido, a la zona de pieza de trabajo 9 que ha de ser apoyada. Mediante la aproximación de la luneta, realizada por un husillo roscado 13, a la zona de pieza de trabajo que ha de ser apoyada, exactamente a lo largo de la bisectriz, queda garantizado que el centro de la zona de pieza de trabajo 9 queda sujeta de manera definida en dirección hacia el eje de aproximación de la muela 4. El movimiento del prisma de apoyo 10 a lo largo del eje X_L controlado por CNC sobre la bisectriz queda garantizado por medio de un servomotor 12 que a través de un acoplamiento no representado, dispuesto dentro de una carcasa, actúa, preferentemente a modo de un tornillo sinfín con bolas circulantes, sobre el husillo roscado 13 previsto para la aproximación del prisma de apoyo 10 de la posición retirada a la posición de apoyo. La luneta de medición está fijada sobre la mesa de amolado 25 por medio de un soporte que presenta una guía de cola de milano 14. Las piezas de apoyo 11 dispuestas en los flancos laterales 20 del prisma 10 están realizadas como placas recubiertas con CBN o PKD, que están en contacto directo con la zona de pieza de trabajo 9 de la pieza de trabajo 6 en la posición de apoyo de la luneta de medición 7. Esto significa que las zonas de pieza de trabajo 9 de la pieza de trabajo 6 se deslizan sobre estas piezas de apoyo 11 teóricamente en un contacto lineal.

La ventaja de los materiales mencionados para las piezas de apoyo consiste en que presentan una alta resistencia al desgaste.

5 En la figura 3 está representada una representación tridimensional de la unidad constructiva relativamente compacta de la luneta de medición. La luneta de medición está fijada por medio de tornillos de apriete 15 sobre la mesa de amolado 25 no representada. El brazo de luneta 19 puede ajustarse a lo largo del eje de aproximación X_L de la luneta de medición a la zona de pieza de trabajo 9 que ha de ser medida, a lo largo de un riel guía 27, por medio de un carro guía 26. En la figura 3, según este ejemplo de realización, está representada la luneta de medición en sí, realizada como prisma 10, que presenta flancos laterales 22 en los que están dispuestas respectivamente piezas de apoyo 11, estando realizada la luneta de medición en forma de V, presentando en la zona de fondo o en el fondo del prisma 10 el dispositivo de medición 30. Esta representación básica en la figura 3 ilustra que la disposición del dispositivo de medición 30 en el fondo del prisma de apoyo constituye una posición relativamente protegida para el dispositivo de medición 30 sensible.

15 En este ejemplo de realización, las piezas de apoyo 11 están representadas en detalle. Se puede ver que las piezas de apoyo 11 sobresalen de la superficie de los flancos laterales 22 del prisma 10, en concreto, en dirección hacia el interior del prisma, para que las piezas de apoyo 11 puedan garantizar durante la aplicación en la pieza de trabajo 6 que ha de ser apoyada y amolada, por medio de un contacto lineal en las líneas de apoyo 20, el contacto de apoyo correspondiente. Las piezas de apoyo 11 están fijadas de forma separable sobre un perno pivotante que garantiza un movimiento oscilante de la pieza de apoyo 11 correspondiente alrededor de un eje de oscilación 21 o eje de pivotamiento. La ventaja de un alojamiento oscilante de este tipo de las piezas de apoyo 11 consiste en que zonas de pieza de trabajo 9 que han de ser apoyadas que, dado el caso, no están realizadas de forma exactamente cilíndrica o no están realizadas de forma cilíndrica intencionadamente, garantizan de manera fiable un contacto siempre constante y exactamente definido de la pieza de apoyo 11 correspondiente contra este punto de soporte que ha de ser apoyado, es decir, en su superficie. Mediante este soporte oscilante de las piezas de apoyo 11 se evita que en caso de ciertas desviaciones de la superficie de soporte que ha de ser apoyada, con respecto a una forma exactamente cilíndrica, un canto o los cantos de la pieza de apoyo 11 se clava o se clavan en la superficie de la pieza de trabajo que ha de ser apoyada. Las piezas de apoyo presentan dos zonas de apoyo que están dispuestas en los lados de la pieza de apoyo 11 realizada en forma de plaquita y separadas entre sí por una llamada ranura central 23. La ventaja de una realización de este tipo consiste en que por la ranura central 23, para cada pieza de apoyo 11 quedan realizadas dos zonas de apoyo o secciones de apoyo 24 separadas que garantizan un apoyo fiable, pero al mismo tiempo forman sólo un contacto lineal corto, de manera que se siguen reduciendo las repercusiones de la aplicación de la luneta en una zona ya amolada de una zona de pieza de trabajo 9.

35 En la figura 4, estando retirada la muela 4, está representada una luneta de medición que está aplicada en la zona de pieza de trabajo céntrica 9 de la pieza de trabajo 6 apoyándola, en la que al mismo tiempo el dispositivo de medición 30, cuya espiga palpadora de manera ventajosa está cargada por resorte, palpa con su espiga palpadora 32 la superficie de la pieza de trabajo 6 midiéndola. El eje de aproximación de la muela 4 está representada por el eje X representado por la flecha doble, mientras que la aproximación por CNC de la luneta de medición está señalada por la doble lecha representada por X_L .

45 En la figura 4 están representados un ordenador de medición 18 y un dispositivo de control 17, por medio de los que queda formado un circuito de regulación, por medio del que es posible un ajuste de la luneta de medición. El eje de aproximación de la luneta de medición X_L y el eje de aproximación de la muela X están controlados ambos por CNC. De esta manera, queda garantizado que estos dos ejes de aproximación por CNC pueden desplazarse uno en función de otro. Mediante esta dependencia mutua es posible desplazar los dos con una dependencia exactamente prescrita y definida e intencionada. Es que si se desea aumentar aún más la precisión del resultado de mecanizado, esto puede usarse por ejemplo adicionalmente, mediante la medición realizada simultáneamente con el apoyo en la zona de pieza de trabajo céntrica 9 de la pieza de trabajo 6, para seguir mejorando la precisión del guiado de seguimiento de la luneta de medición para la aproximación de la muela 4. De esta manera, con la luneta de medición 7 según la invención y los procedimientos realizados en la amoladora según la invención son posibles una medición del diámetro bruto de la zona de pieza de trabajo céntrica 9 antes de ser apoyada así como una medición durante el amolado y una medición igualmente del diámetro de soporte acabado.

55 En la figura 5 está representada una posición del prisma de apoyo, retirada con respecto a la superficie de la zona de pieza de trabajo 9 de la pieza de trabajo 6, estando sin embargo la espiga palpadora 32 del dispositivo de medición 30 en contacto con la superficie de la pieza de trabajo 6, que ha de ser medida. Como ya se ha descrito, la luneta de medición se mueve a lo largo del eje de aproximación X_L a lo largo de la bisectriz por el eje longitudinal central 5 de la pieza de trabajo 6, sobre la que el eje longitudinal 31 del dispositivo de medición 30 está alineado con su espiga palpadora 32. La posición de la luneta de medición, representada en la figura 5, constituye una solución simplificada de la medición de este tipo de puntos de soporte céntricos, en concreto, aquellos en los que

la espiga palpadora 32 del dispositivo de medición 30 está en contacto con la superficie de la pieza de trabajo 6, sin que las piezas de apoyo del prisma estén en contacto con el diámetro de la pieza de trabajo, que ha de ser medido. Se trata preferentemente del diámetro bruto de la pieza de trabajo en dicho punto de soporte céntrico. Una medición de este tipo antes de una aplicación y un apoyo de las piezas de apoyo de la luneta de medición en la pieza de trabajo 6 ofrece la ventaja de que una medición del diámetro de pieza bruta de la zona de pieza de trabajo puede realizarse más rápidamente, no siendo registradas sin embargo, intencionadamente, las imprecisiones en la pieza de trabajo 6 que puedan resultar por la flexión del árbol y, dado el caso, también por transmisiones de calor desde la máquina. Una medición del diámetro bruto antes del apoyo directo ofrece la ventaja de que durante pasos siguientes del apoyo pueden ajustarse óptimamente las fuerzas de aplicación y fuerzas de apoyo correspondientes de la luneta de medición 7 en la zona de pieza de trabajo 9 que ha de ser amolada, pudiendo guiarse la luneta de medición 7 igualmente de forma óptima siguiendo el avance de amolado.

Según las posiciones representadas del dispositivo de medición 30 y la posición en sí de la luneta de medición según la figura 5, sin embargo, también es posible que, como está representado en la figura 5, el dispositivo de medición 30 se acerque con su espiga palpadora 32 en primer lugar a la superficie de la pieza de trabajo 6 y, a continuación, la luneta en sí, es decir, el prisma con las piezas de apoyo 11 se aproxime a lo largo del eje X_L de la luneta de medición al punto de soporte hasta que ya no cambie el valor de medición determinado con el dispositivo de medición 30. Esto queda garantizado cuando las dos piezas de apoyo 11 del prisma 10 están en contacto con la pieza de trabajo 6. De esta manera, se puede medir el diámetro exacto del punto de soporte. Según este procedimiento mejorado es posible a su vez ajustar el eje de aproximación X_L de la luneta de medición 7 a un valor teórico exacto. Con una solución de este tipo, por tanto, es posible eliminar o compensar al menos en parte los errores también por transmisiones de calor de la máquina y por la flexión de la pieza de trabajo como consecuencia del peso propio. En la variante representada en la figura 5, con un acercamiento paulatino de la luneta de medición 7 a la superficie que ha de ser apoyada se trabaja en todo caso sin puentear la zona de pieza de trabajo 9 para medir el valor real del diámetro de soporte.

En la figura 6 está representada una posición de la luneta de medición en la que las piezas de apoyo 11 del prisma 10 de la luneta de medición 7 así como el dispositivo de medición 30 están con su espiga palpadora 32 en contacto con un contorno bruto 9.1 de la zona de pieza de trabajo 9 de la pieza de trabajo 6. Está representado a su vez que la luneta de medición 7 se extiende a lo largo de la bisectriz por el eje longitudinal central 5 de la zona de pieza de trabajo céntrica 9, estando alineado el movimiento relativo de la espiga palpadora 32 del dispositivo de medición 30 con respecto al eje longitudinal 31 con la bisectriz.

En principio, una luneta realizada a modo de prisma tiene la "desventaja" de que no es de autocentrado, es decir, que no se adapta automáticamente al diámetro del punto de soporte. Para producir no obstante el diámetro de soporte exacto es necesario que se mida el diámetro de soporte durante la aplicación de la luneta. Para ello sirve la posición representada en la figura 6. Para ello, la luneta de medición 7 se aplica en primer lugar en la zona de pieza de trabajo céntrica 9, es decir, el punto de soporte, en la medida teórica. Para garantizar que ambas piezas de apoyo 11 queden en contacto seguro con la superficie del contorno bruto 9.1 de la zona de pieza de trabajo 9 de la pieza de trabajo 6, la luneta se aplica en dicha zona de pieza de trabajo 9 que ha de ser mecanizada y apoyada, con tal fuerza que dicha zona queda "presionada desde arriba" por un importe definido, por lo que la pieza de trabajo queda flexionada por este pequeño importe por la luneta de medición en la dirección de la aproximación del prisma 10 de la luneta de medición. De esta manera, las dos piezas de apoyo del prisma 10 de la luneta de medición 7 así como la espiga palpadora 32 del dispositivo de medición 30 quedan en contacto con la zona de pieza de trabajo 9 con un proceso seguro, por lo que se puede medir el diámetro exacto de esta zona de pieza de trabajo 9. Después de haberse medido exactamente el diámetro de la zona de pieza de trabajo céntrica 9, a continuación, la luneta de medición 7 se vuelve retirar ligeramente a lo largo de su eje de aproximación X_L , es decir que se aproxima al diámetro de pieza de trabajo actual de la zona de pieza de trabajo céntrica 9. Para que se pueda realizar una aproximación tan exacta de la luneta de medición, su eje de aproximación X_L está realizado como eje controlado por CNC.

Después de haberse determinado ahora exactamente el diámetro real (diámetro de pieza bruta) de la pieza de trabajo 6 en la zona de pieza de trabajo 9, la luneta de medición 7 se aproxima a su posición de apoyo exacta deseada, predefinida. Esto se realiza mediante la aproximación a través del eje X_L controlado por CNC, estando provistos respectivamente de un circuito de regulación de posición los ejes controlados por CNC de la luneta de medición 7 y de la muela. Un guiado de seguimiento de la luneta de medición se realiza entonces hasta la medida acabada 9.1.

Si por ejemplo como en un cigüeñal existen varios puntos de soporte principales, es decir, zonas céntricas de pieza de trabajo, tras la medición del diámetro de soporte, cada luneta de medición individual puede aplicarse de manera correspondiente. Con este procedimiento para la medición del diámetro de soporte de la pieza bruta pueden

compensarse también desviaciones de errores de marcha concéntrica por el mecanizado previo y la flexión de la pieza de trabajo sujeta como consecuencia del peso propio.

5 Las representaciones según la figura 5 y según la figura 6 permiten en principio tres variantes diferentes que a continuación se describen con la ayuda de un ejemplo concreto. El diámetro de soporte que ha de ser amolado es por ejemplo un diámetro de 100 mm. La medida excedente de la pieza de trabajo o la medida excedente por un mecanizado anterior asciende por ejemplo a 0,5 mm. Como tolerancia se supone $\pm 0,1$ mm. Por tanto, la medida de tolerancia superior es de 100,6 mm y la medida de tolerancia inferior es de 100,4 mm. Al comenzar el proceso hay que tener en cuenta que al aplicar la luneta de medición en una medida bruta de un punto de soporte que ha de ser medido y apoyado aún es desconocido su diámetro. Por tanto, sería posible que en algunos puntos de soporte céntricos se presione desde arriba, mientras que en otros punto de soporte no se produzca ningún contacto de apoyo de la luneta de medición cuando se realiza una aproximación a base de un valor teórico. En todo caso, se debe tener en cuenta que en caso de existir varios puntos de soporte céntricos y de usar lunetas de medición existentes conforme al número de puntos de soporte, cada luneta se acerca, durante su primer acercamiento al punto de soporte que ha de ser apoyado, de forma imprecisa a un diámetro medido.

20 Según una primera variante en la que se admite la redondez como error y no se tienen en consideración tampoco la flexión ni la transmisión de calor en la máquina, pero se mide como valor de referencia un diámetro bruto correspondiente, en la figura 5 está representado que el dispositivo de medición 30 realiza una medición del diámetro bruto 9.1 sin apoyo alguno por la luneta de medición. De esta manera, se puede obtener un diámetro de referencia adecuado.

25 Según una segunda variante, sobre esta base, estando aplicada la espiga palpadora 32 del dispositivo de medición 30 se produce una aproximación lenta de la luneta de medición 7, en concreto, hasta que las piezas de apoyo 11 estén en contacto con el contorno bruto 9.1 de la pieza de trabajo 6 en la zona de pieza de trabajo 9 y ya no cambie el valor de medición. Esta posición está representada en la figura 6.

30 Y finalmente, existe la tercera variante en la que no se realiza ninguna medición previa sin apoyo y en la que, más bien, la luneta de medición 7 se acerca inmediatamente a la medida mínima sobre la base de la tolerancia con respecto a la medida excedente. De esta manera, queda garantizado que cada luneta de medición 7 está en el punto de apoyo correspondiente al menos con un efecto de apoyo, aunque en algunos puntos puede existir una ligera presión desde arriba. Esto significa que tan sólo en las zonas céntricas de la pieza de trabajo en las que se cumple justo la medida mínima, es decir, la medida de tolerancia inferior, no existe ninguna presión desde arriba. En todas las demás zonas céntricas de pieza de trabajo que han de ser apoyadas existe una presión desde arriba más o menos fuerte según la medida real con la que se sobrepasa la medida mínima.

40 En la figura 7 finalmente está representada una pieza de trabajo 6 sujeta entre un cabezal fijo de pieza de trabajo 29 y un cabezal móvil 28, en forma de un cigüeñal con zonas céntricas de pieza de trabajo 9 en las que está aplicada respectivamente una luneta de medición 7. Es decir que en los cinco puntos de soporte están aplicadas lunetas de medición 7. Según la realización del cigüeñal o de otra pieza de trabajo, será preciso, dado el caso, un número distinto de lunetas de medición 7. Sin embargo, en caso de piezas de trabajo correspondientemente más estables o de cigüeñales más estables, también es posible que se usen sólo las lunetas de medición 1, 3, 5, contado de izquierda a derecha en la figura 7. De manera conocida, la pieza de trabajo está alojada respectivamente sobre puntas en el lado del cabezal fijo de pieza de trabajo y en el lado del cabezal móvil y está accionado bilateralmente con un eje C para el arrastre radial.

50 Y finalmente, en la figura 8 está representado un cigüeñal 6 en el que los soportes principales 33 están representados tan sólo por flechas. Empezando por la izquierda, están previstas lunetas, en concreto, en los soportes principales 2 a 6, pudiendo realizarse la aproximación a los diámetros de pieza bruta. Generalmente, hay que partir de que tanto los diámetros de pieza bruta como diámetros de un posible mecanizado previsto son distintos, ya que no es posible acabarlos exactamente a la misma medida teórica. Dado que cada punto de soporte presenta generalmente una medida real distinta a la otra y hay que partir de que esta medida real se encuentra dentro de la tolerancia de fabricación admisible, hay que partir de que esta medida real está dentro de la tolerancia de fabricación admisible, esto significa que la medición descrita anteriormente del punto de soporte correspondiente y el apoyo en cada zona céntrica de pieza de trabajo debe realizarse por la luneta de medición 7 correspondiente para producir puntos de soporte de alta precisión.

Lista de signos de referencia

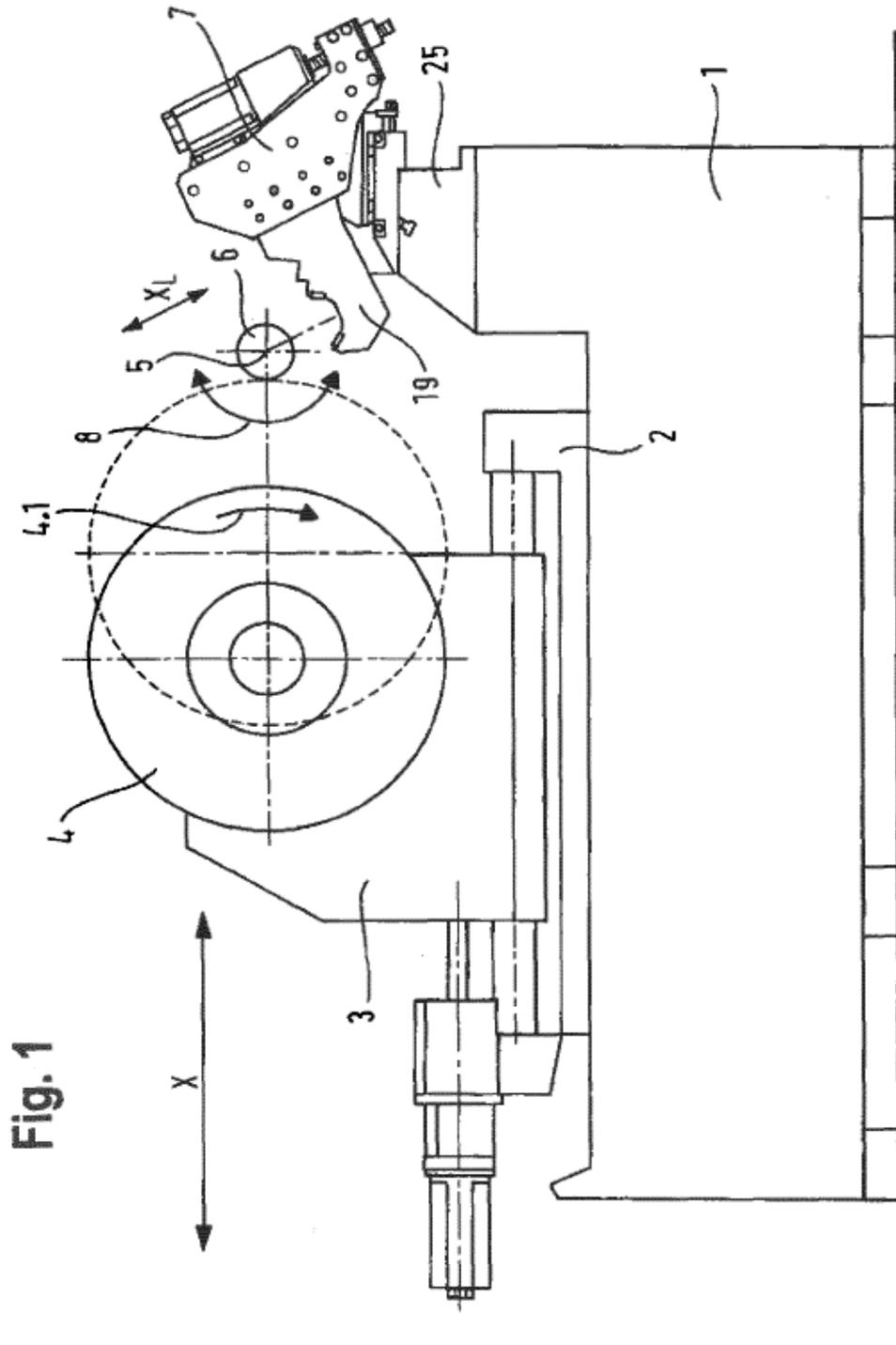
- 60 1 Bancada de máquina
2 Carro en cruz

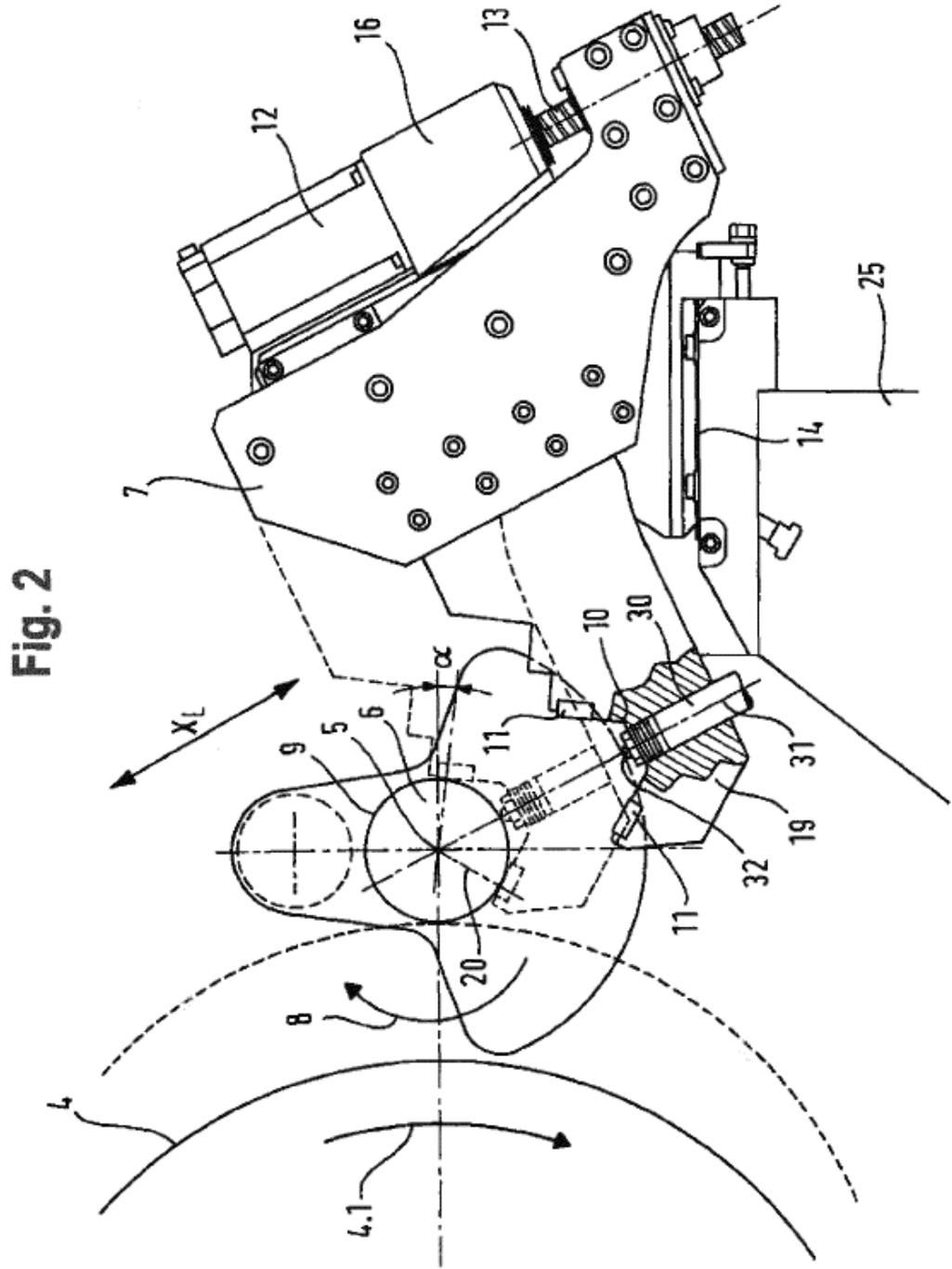
- 3 Cabezal fijo de amolado
- 4 Muela
 - 4.1 Sentido de giro muela
- 5 Eje longitudinal central de la zona de pieza de trabajo
- 6 Pieza de trabajo / pieza de árbol
- 7 Luneta de medición
- 8 Accionamiento de pieza de trabajo
- 9 Zona de pieza de trabajo
 - 9.1 Contorno bruto
 - 9.2 Contorno acabado
- 10 Prisma / apoyo en forma de prisma / prisma de apoyo
- 11 Piezas de apoyo
- 12 Motor de ajuste
- 13 Husillo roscado
- 15 14 Guía de cola de milano
- 15 Tornillos de apriete
- 16 Carcasa
- 17 Dispositivo de control
- 18 Ordenador de medición
- 20 19 Brazo de luneta
- 20 Líneas de apoyo
- 21 Eje de oscilación
- 22 Flancos laterales del prisma
- 23 Ranura central
- 25 24 Sección de apoyo
- 25 Mesa de amolado
- 26 Carro guía
- 27 Riel guía
- 28 Cabezal móvil
- 30 29 Cabezal fijo de pieza de trabajo
- 30 Dispositivo de medición
- 31 Eje longitudinal dispositivo de medición
- 32 Espiga palpadora
- X_L Eje de aproximación luneta de medición
- 35 X Eje de aproximación
- 33 Soporte principal

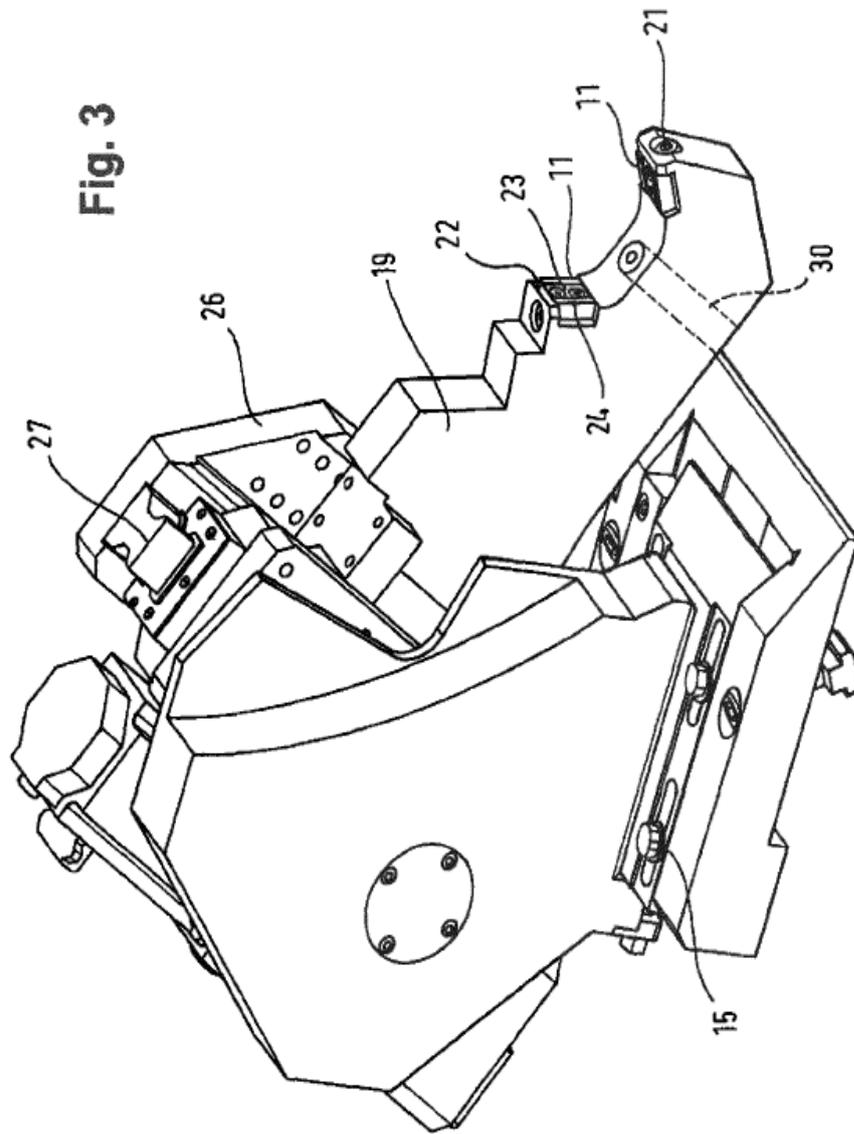
REIVINDICACIONES

- 5 1.- Luneta de medición (7) para apoyar y medir zonas de piezas de trabajo céntricas (9), especialmente puntos de soporte en piezas de árbol (6), especialmente en cigüeñales, con un dispositivo de medición (30) integrado para la aplicación directa en las zonas céntricas de pieza de trabajo (9) y su medición antes del y/o durante el mecanizado de zonas de pieza de trabajo céntricas y/o excéntricas (9), que para el amolado se puede hacer pasar desde una posición retirada a una posición de apoyo en la zona de pieza de trabajo céntrica (9) para apoyar la zona de pieza de trabajo céntrica (9) y que presenta al menos dos piezas de apoyo (11) que pueden aproximarse a la zona de pieza de trabajo céntrica (9) y que apoyan la zona de pieza de trabajo céntrica (9) en zonas circunferenciales correspondientes, situadas a una distancia entre sí, **caracterizada porque** las piezas de apoyo (11) están dispuestas formando un ángulo de apertura entre sí en cada flanco lateral (22) de un prisma (10) que se abre a modo de horquilla en un brazo de luneta (19) en una posición fija una respecto a otra y con respecto al brazo de luneta (19) y en la posición de apoyo están dispuestas de forma subcéntrica con respecto al eje longitudinal (5) de la zona de pieza de trabajo céntrica (9), de tal forma que una bisectriz formada entre las dos piezas de apoyo (11) presenta un ángulo agudo fijo con respecto a la perpendicular que se extiende por el eje longitudinal (5) de la zona de pieza de trabajo céntrica (9) y se produce una aproximación controlada por CNC del brazo de luneta (19) a la zona de pieza de trabajo céntrica (9) a lo largo de dicha bisectriz en la que está dispuesto el dispositivo de medición (30) con respecto a su eje longitudinal (31).
- 20 2.- Luneta de medición (7) según la reivindicación 1, en la que el brazo de luneta (19) puede moverse, por medio de un solo motor de ajuste (12) que trabaja sobre un husillo roscado (13), entre la posición retirada y la posición de apoyo.
- 25 3.- Luneta de medición (7) según las reivindicaciones 1 o 2, en la que el dispositivo de medición (30) puede moverse independientemente de la aproximación controlada por CNC del brazo de luneta (19) y presenta especialmente una espiga palpadora (32) que conforme a su contacto con la zona de pieza de trabajo céntrica (9) que ha de ser medida está dispuesta de forma móvil en el eje longitudinal (31) del dispositivo de medición (30) para tomar un valor de medición en la bisectriz con respecto a la aproximación controlada por CNC.
- 30 4.- Amoladora para amolar zonas de pieza de trabajo céntricas y/o excéntricas (9) en piezas de trabajo (6), especialmente puntos de soporte especialmente de cigüeñales, con una luneta de medición (7) con las características según una de las reivindicaciones 1 a 3 y con un dispositivo de control, por medio del cual antes de y/o durante el amolado realizado por medio de una muela (4) o después de realizarse el amolado de una zona de pieza de trabajo céntrica (9), la luneta de medición (7) se puede aplicar en una zona céntrica de pieza de trabajo y la muela (4) puede aproximarse hasta la medida acabada de la zona de pieza de trabajo céntrica (9) por medio de su control CNC, estando realizada la luneta de medición (7) como prisma de apoyo (10) y de tal forma que su movimiento de aproximación igualmente controlado por CNC hacia la zona de pieza de trabajo céntrica (9) que ha de ser apoyada se realiza a lo largo de la bisectriz del ángulo de apertura del prisma de apoyo (10), sobre la que está dispuesto un dispositivo de medición (30) que en cuanto a su eje longitudinal (31) está alineado con la bisectriz.
- 40 5.- Amoladora según la reivindicación 4, que presenta un dispositivo de medición que transmite al dispositivo de control señales de medición del diámetro de la zona de pieza de trabajo céntrica (9) para la posición de aproximación de la luneta de medición (7) en el punto de soporte, siendo controladas sobre la base de dichas señales de medición las posiciones de aproximación de la luneta de medición (7).
- 45 6.- Amoladora según las reivindicaciones 4 o 5, en la que el dispositivo de control controla, sobre la base de las señales de medición, la posición de eje X de la muela (4), realizándose la medición por medio del dispositivo de medición (30) a lo largo de la bisectriz con respecto al movimiento de aproximación de la luneta de medición (7).
- 50 7.- Amoladora según las reivindicaciones 5 o 6, en la que las aproximaciones controladas por CNC de la muela (4) y de la luneta de medición (7) se realizan de forma sincrónica una respecto a otra, pudiendo guiarse especialmente la luneta de medición (7) por medio del dispositivo de control siguiendo la posición del eje X de la muela (4).
- 55 8.- Amoladora según una de las reivindicaciones 4 a 7, en la que la bisectriz forma tal ángulo con respecto a la perpendicular que las fuerzas resultantes ejercidas durante el amolado presionan la zona de pieza de trabajo céntrica (9) al interior del prisma de apoyo (10) contra las piezas de apoyo (11) fijando su posición, y especialmente la posición de apoyo es una posición de fin de carrera de la aproximación, y en la posición de fin de carrera, el prisma de apoyo (10) está en contacto con la zona de pieza de trabajo céntrica (9) amolada totalmente.
- 60

- 5 **9.-** Procedimiento para apoyar y medir zonas de pieza de trabajo céntricas (9), especialmente un punto de soporte en piezas de árbol, especialmente en un cigüeñal, antes del y/o durante el mecanizado de zonas de pieza de trabajo céntricas y/o excéntricas por medio de una muela, que presenta un eje de aproximación controlado por CNC por un dispositivo de control, en cuyo procedimiento un dispositivo de medición (30) en una luneta de medición (7) dispuesta en un brazo de luneta (19), según una de las reivindicaciones 1 a 3, en una amoladora según una de las reivindicaciones 4 a 8, se pone en contacto con la zona céntrica de pieza de trabajo que ha de ser medida, por medio de un eje de CNC del brazo de luneta (19), y se mide la zona céntrica de pieza de trabajo aún no mecanizada, mecanizada parcialmente o mecanizada totalmente.
- 10 **10.-** Procedimiento según la reivindicación 9, en el que la luneta de medición (7) se aplica con sus piezas de apoyo, dispuestas dentro del prisma, en la zona de pieza de trabajo céntrica (9) que ha de ser apoyada, de tal forma que dicha zona de pieza de trabajo céntrica (9) queda presionada desde arriba por un importe definido con respecto al eje longitudinal (5) central de la pieza de árbol (6) y, después, la luneta de medición (7) apoya la zona de pieza de trabajo céntrica (9) en este diámetro actual de la misma, o en el cual, después de la medición de la zona céntrica de pieza de trabajo, la luneta de medición (7) se retira en su eje de CNC por un importe tan pequeño que la luneta de medición (7) apoya la zona de pieza de trabajo céntrica (9) en su diámetro actual sin presión desde arriba.
- 15 **11.-** Procedimiento según las reivindicaciones 9 o 10, en el que se hace seguir la luneta de medición (7), por medio de un dispositivo de control sobre la base de señales de medición proporcionadas al mismo por el dispositivo de medición, el diámetro actual de la zona de pieza de trabajo céntrica (9) hasta la medida acabada de la misma.
- 20 **12.-** Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 11, en el que, por medio del dispositivo de control, el eje X controlado por CNC de la muela (4) se somete a una corrección de redondez adicional a los valores de aproximación de la muela (4), a modo de una superposición.
- 25 **13.-** Procedimiento según la reivindicación 9, en el que la luneta de medición (7) se acerca, con la pieza de árbol (16) no rotatoria sobre el eje de CNC de su brazo de luneta (19), tanto a la zona de pieza de trabajo céntrica (9) que ha de ser mecanizada, que el dispositivo de medición (30) mide una señal de medición del diámetro de la zona de pieza de trabajo céntrica (9), sin que la luneta de medición (7) apoye la zona céntrica de pieza de trabajo, siendo transmitida dicha señal de medición al dispositivo de control.
- 30 **14.-** Procedimiento según la reivindicación 9, en el que la luneta de medición (7) se acerca, con la pieza de árbol (6) en rotación sobre el eje de CNC de su brazo de luneta (19), con una aproximación moderada, a la zona de pieza de trabajo céntrica (9) que ha de ser mecanizada de tal forma que la zona de pieza de trabajo céntrica (9) queda apoyada y la señal de medición del dispositivo de medición (30) ya no cambia y, a continuación, la señal de medición es transmitida al dispositivo de control.
- 35 **15.-** Procedimiento según la reivindicación 9, en el que la luneta de medición (7), con la pieza de árbol (6) en rotación sobre el eje de CNC de su brazo de luneta (19), se aproxima a la zona de pieza de trabajo céntrica (9) que ha de ser mecanizada, hasta un límite de tolerancia inferior predefinido de la misma, y sólo al alcanzar esta posición de aproximación, el dispositivo de medición (30) mide el diámetro de la zona de pieza de trabajo céntrica (9) y transmite al dispositivo de control la señal de medición correspondiente a dicho diámetro.
- 40 **16.-** Procedimiento según las reivindicaciones 9, 13 o 14, en el que los pasos según la reivindicación 13 y según la reivindicación 14 se realizan sucesivamente.
- 45







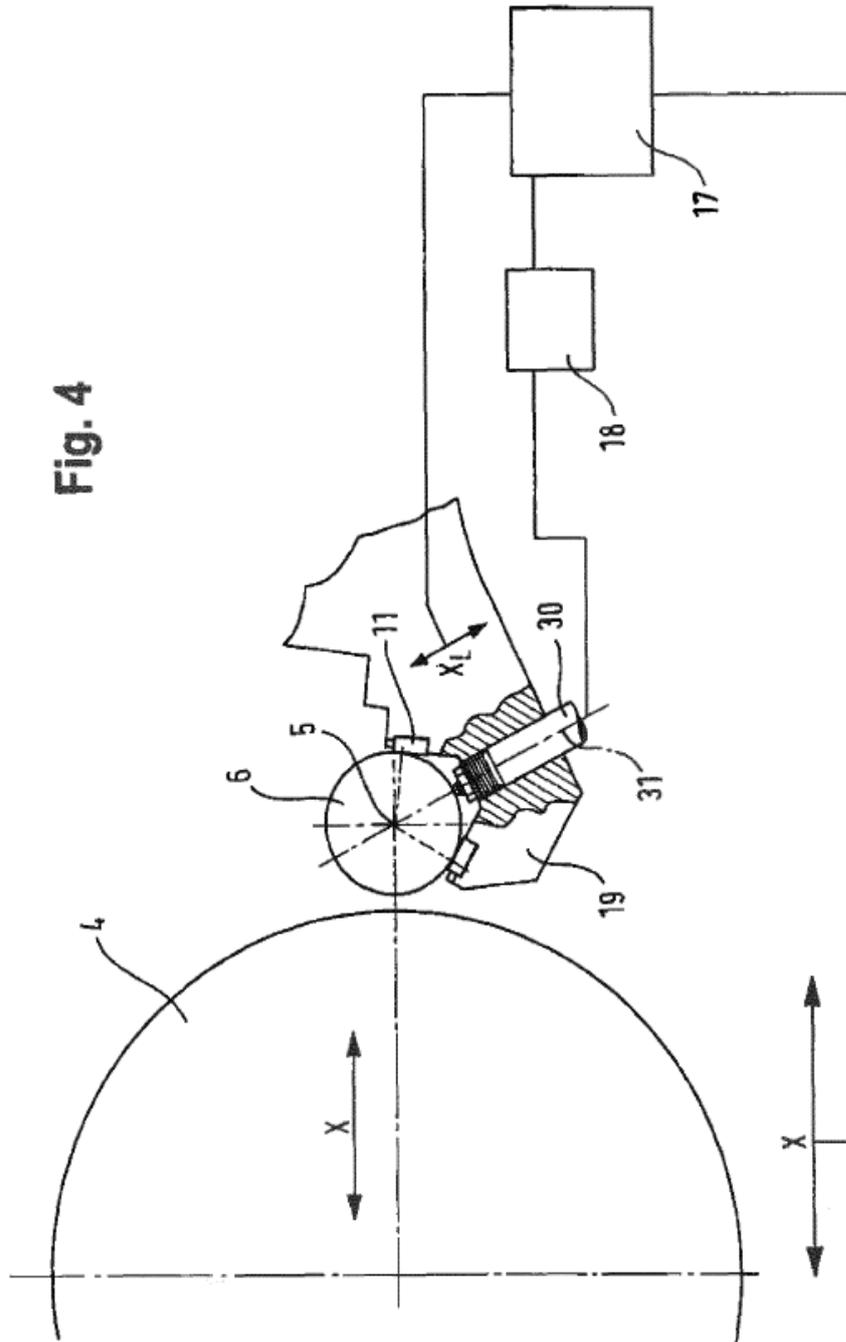


Fig. 5

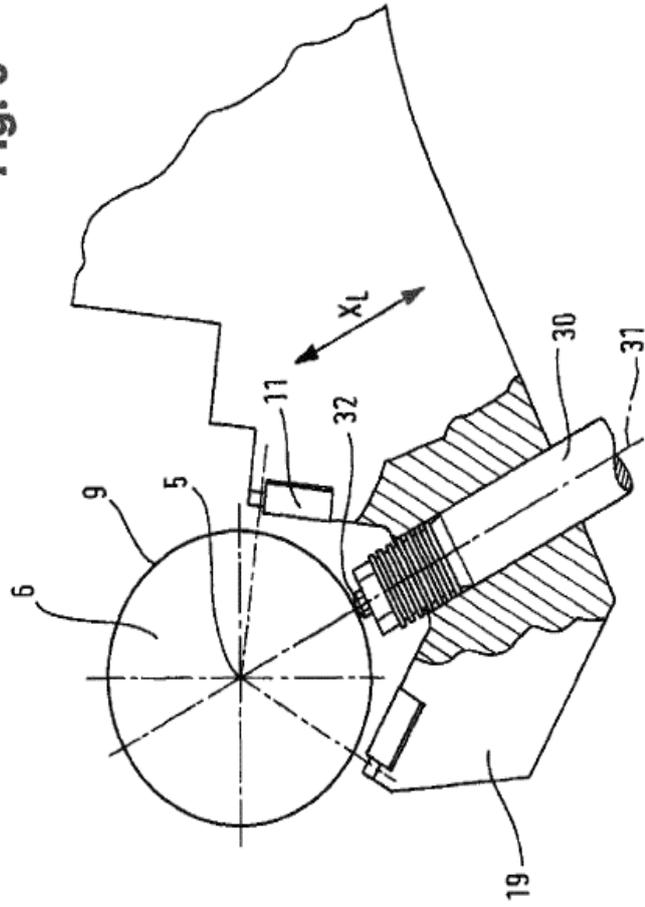


Fig. 6

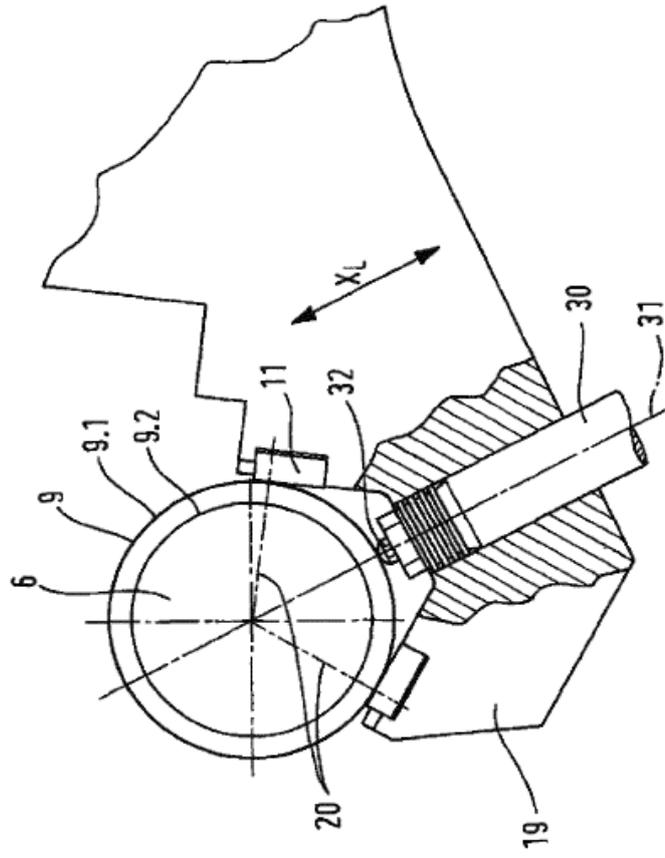


Fig. 7

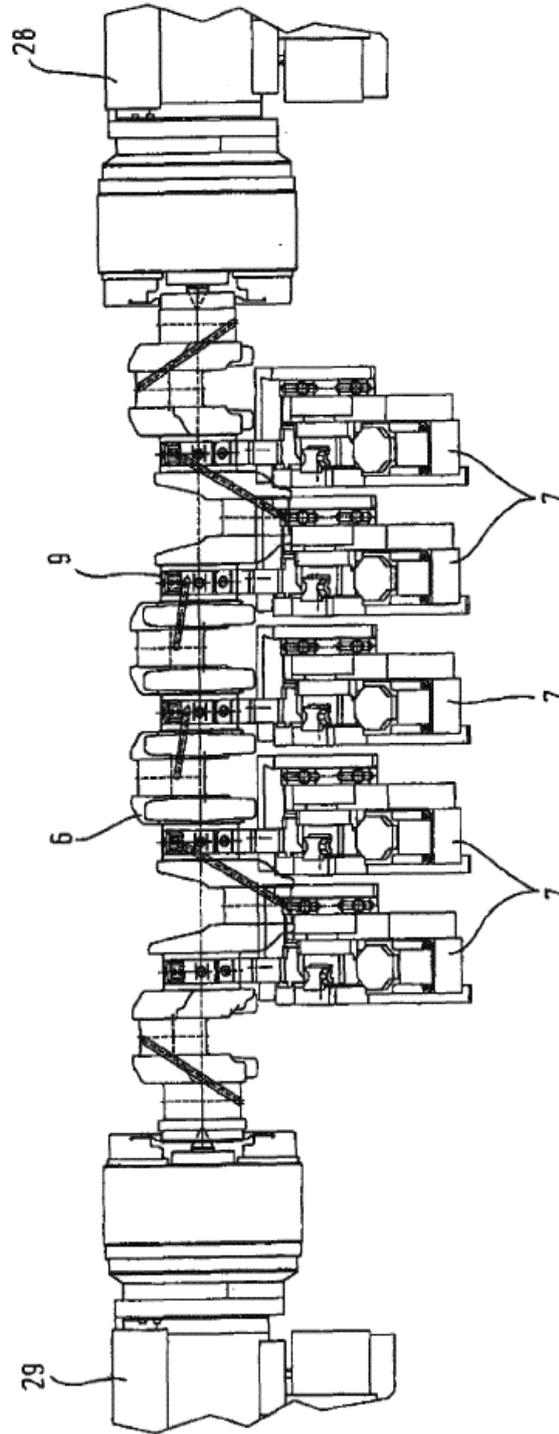


Fig. 8

