(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 426 571**

(51) Int. Cl.:

B24B 1/00 (2006.01)
B24B 5/42 (2006.01)
B24B 27/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.10.2010** **E 10776322 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2013** **EP 2496382**

(54) Título: **Procedimiento para la rectificación de cojinetes principales y de cojinetes elevadores de un árbol de cigüeñal a través de rectificación cilíndrica externa y máquina rectificadora para la realización del procedimiento**

(30) Prioridad:

03.11.2009 DE 102009051737

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.10.2013

(73) Titular/es:

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

(72) Inventor/es:

HIMMELSBACH, GEORG

(74) Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 426 571 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 para la rectificación de cojinetes principales y de cojinetes elevadores de un árbol de cigüeñal a través de rectificación cilíndrica externa y máquina rectificadora para la realización del procedimiento

La invención se refiere a un procedimiento para la rectificación de cojinetes principales y de cojinetes elevadores de un árbol de cigüeñal a través de rectificación cilíndrica externa en una máquina rectificadora de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y a una máquina rectificadora para la realización del procedimiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 9. Un procedimiento y una máquina rectificadora del tipo mencionado se conocen a partir del documento DE 10 2008 007 175 A1.

Ya con anterioridad se había propuesto según el documento EP 1 181 132 B1 realizar el rectificado acabado, durante la rectificación cilíndrica externa de los cojinetes principales y de los cojinetes elevadores de un árbol de cigüeñal, de los cojinetes elevadores antes que los cojinetes principales. Esta propuesta se basa en el reconocimiento de que las deformaciones considerables del árbol de cigüeñal durante la rectificación de los cojinetes elevadores se pueden eliminar de nuevo, al menos parcialmente, durante la rectificación acabada siguiente de los cojinetes principales. Sin embargo, en este caso se partía de que la rectificación previa de los cojinetes principales debía realizarse todavía antes que la rectificación de los cojinetes elevadores. Por lo tanto, según el documento EP 1 1871 132 B1 debe rectificarse en primer lugar un asiento de luneta en un cojinete principal del árbol de cigüeñal, para que los cojinetes principales pudieran ser pre-rectificados con la exactitud necesaria. A tal fin, el árbol de cigüeñal debe estar empotrado con un eje de giro exactamente definido, a saber, su eje longitudinal geométrico determinante, que es el eje de referencia determinante para todos los cojinetes principales en lo que se refiere al diámetro, la redondez, la marcha concéntrica y la centricidad. Este eje longitudinal geométrico determinante debe estar disponible también como eje de referencia para la mecanización de los cojinetes elevadores. Después de la rectificación previa y de la rectificación acabada de los cojinetes elevadores, se rectifican finalmente los cojinetes principales del árbol de cigüeñal de forma acabada. El procedimiento conocido a partir del documento EP 1 181 132 B1 tiene la ventaja de que todos los procesos de rectificación se pueden realizar en una única etapa de fijación.

Las fuerzas que resultan a través del empotramiento y el apoyo del árbol de cigüeñal durante la rectificación han implicado, sin embargo, el peligro de otras deformaciones, como se describe en detalle en el documento DE 10 2008 007 175 A1. Por lo tanto, como ayuda se propone de acuerdo con este documento anular la rectificación del árbol de cigüeñal en una única etapa de fijación. En su lugar, de acuerdo con el documento DE 10 2008 007 175 A1 están previstas dos estaciones de rectificación, que se pueden encontrar dentro de una única máquina de rectificación. En primer lugar, en la primera estación de rectificación se pre-rectifican y se rectifican de forma acabada los cojinetes elevadores. A continuación se transfiere el árbol de cigüeñal a la segunda estación de rectificación, en la que se realizan la rectificación previa y la rectificación acabada de los cojinetes principales.

La particularidad del procedimiento conocido consiste en que el árbol de cigüeñal a rectificar es empotrado en las dos estaciones de rectificación con su contorno bruto solamente mecanizado por arranque de virutas. En este caso, las superficies circunferenciales cilíndricas del árbol de cigüeñal son mecanizadas sobre todo a través de torneado, taladrado o fresado por fluidización, es decir, en un estaco todavía no rectificado. En la primera estación de rectificación se aloja en este caso el árbol de cigüeñal en mandriles de fijación de cáscaras, que son colocados de manera ventajosa en secciones cilíndricas extremas o en los dos cojinetes principales exteriores del árbol de cigüeñal. Naturalmente, el árbol de cigüeñal no gira durante la rectificación de los cojinetes elevadores entonces alrededor de su eje longitudinal geométrico determinante, sino alrededor de un eje de giro que se desvía del mismo, que se da a través del contorno bruto del árbol de cigüeñal en los lugares de empotramiento. Pero puesto que la rectificación de los cojinetes elevadora debe realizarse de todos modos a través de rectificación cilíndrica exterior controlada por CNC en el procedimiento de rectificación de carrera pendular, según el documento DE 10 2008 007 175 A1 se lleva a cabo una corrección correspondiente en el ordenador de la máquina de rectificación. A tal fin, el árbol de cigüeñal debe estar exactamente dimensionado antes de la rectificación. Cuando se conocen las desviaciones del eje de giro real respecto del eje longitudinal geométrico determinante del árbol de cigüeñal, esto se puede registrar por cálculo y se puede tener en cuenta durante la rectificación por control numérico CNC. Como resultado, después de la rectificación en la primera estación de rectificación, existe entonces un árbol de cigüeñal con cojinetes principales no mecanizados todavía, pero cuyos cojinetes elevadores están tan rectificados como si el árbol de cigüeñal hubiera sido girado alrededor del eje longitudinal geométrico determinante.

Solamente en la segunda estación de rectificación, según el documento DE 10 2008 007 175 A1, se empotra el árbol de cigüeñal entre las puntas, que penetran en los taladros de centrado habituales en las superficies extremas del árbol de cigüeñal. Estos taladros de centrado son realizados por el fabricante del árbol de cigüeñal ya antes de la rectificación de los cojinetes elevadores y establecen el eje longitudinal geométrico determinante de cada árbol de cigüeñal.

Con el procedimiento de acuerdo con el documento DE 10 2008 007 175 A1 se consigue rectificar previamente y rectificar de forma acabada de una manera todavía siempre económica en primer lugar todos los cojinetes elevadores y solamente a continuación en un empotramiento modificado los cojinetes principales. Pero el

procedimiento de acuerdo con el documento DE 10 2008 007 175 A1 significa un gasto considerable, porque para cada árbol de cigüeñal debe dimensionarse con exactitud la posición del eje de giro, que resulta durante el empotramiento del contorno bruto en los lugares de embotamiento, frente al eje longitudinal geométrico determinante. Por lo tanto, la presente invención tiene el cometido de simplificar el procedimiento conocido de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, de manera que con gasto considerablemente reducido se consiga como anteriormente la misma exactitud alta del resultado de rectificación.

La solución de este cometido se consigue con un procedimiento con la totalidad e las características de la reivindicación 1, que se realiza en una máquina de rectificación con las características según la reivindicación 9.

De acuerdo con el procedimiento según la invención, se lleva el árbol de cigüeñal a rectificar en una primera etapa de fijación en coincidencia con el eje de giro del accionamiento giratorio de la pieza de trabajo correspondiente, A continuación se ajustan dos miembros de apoyo móviles en un plano radial, que se encuentran en el mandril de fijación del accionamiento giratorio correspondiente, en este lugar de empotramiento y se bloquean en esta posición entre sí para la formación de un apoyo a modo de un prisma, que está operativamente fijo en el mandril de fijación. La propiedad del apoyo prismático se deduce a partir de la posición necesariamente en forma de V de los miembros de apoyo entre sí. Un miembro de sujeción, que se encuentra radialmente frente a los miembros de apoyo, es ajustado a continuación con preferencia hidráulicamente en el árbol de cigüeñal y presiona el árbol de cigüeñal contra el apoyo, que se da a través de los dos miembros de apoyo bloqueados fijamente entre sí. Los miembros de poyo y el miembro de sujeción tienen que realizar sobre todo, en efecto, el accionamiento giratorio del árbol de cigüeñal durante la rectificación; puesto que la posición de empotramiento del árbol de cigüeñal está determinada a través de las puntas del accionamiento giratorio. Pero puesto que a través del bloqueo fijo de los miembros de apoyo existe un empotramiento especialmente de forma estable, resulta también una acción de refuerzo y de apoyo para el árbol de cigüeñal durante la rectificación. De esta manera, se consigue especialmente una exactitud especial del resultado de rectificación, aunque las deformaciones de los árboles de cigüeñal durante la rectificación de los cojinetes elevadores son inevitables como anteriormente. Por lo tanto, se puede prescindir de la aplicación de una luneta. Con el tipo especial e empotramiento se consigue de manera ventajosa que el árbol de cigüeñal gire ya durante la rectificación de los cojinetes elevadores alrededor de su eje longitudinal geométrico determinante. Por lo tanto, se puede prescindir de manera ventajosa de una fijación por cálculo durante le rectificación por control numérico CNC.

Para la segunda estación de fijación, se mantiene la segunda etapa de fijación de acuerdo con el procedimiento conocido de acuerdo con el documento DE 10 2008 007 175 A1. Aquí se fija, en general, el árbol de cigüeñal entre las puntas y se desplaza en rotación a través de un mandril de fijación de compensación, cuyas mordazas de fijación se pueden compensar entre sí, en general. El motivo de ello consiste en que a ser posible todos los cojinetes principales deben ser rectificados en la segunda etapa de fijación al mismo tiempo o también de forma sucesiva y por lo tanto, los lugares de empotramiento deben colocarse más hacia el exterior, como es habitual en un pivote y/o en una pestaña. La resistencia a la flexión reducida que resulta de ello en el árbol de cigüeñal requiere la mayoría de las veces la colocación de una luneta, de manera que, en general, existe otro tipo de trabajo en la segunda etapa de fijación.

Los desarrollos del procedimiento de acuerdo con la invención se indican en las reivindicaciones 2 a 8.

Las reivindicaciones 2 a 5 muestran medidas para conseguir durante el empotramiento del árbol de cigüeñal en la primera etapa de fijación (la primera estación de rectificación) la coincidencia del eje longitudinal del árbol de cigüeñal geométrico determinante con el eje de giro del accionamiento giratorio de la pieza de trabajo.

La reivindicación 6 describe el modo de proceder durante la introducción del árbol de cigüeñal en la primera etapa de fijación de la máquina de rectificación. El árbol de cigüeñal se deposita en este caso en primer lugar sobre salientes de retención, que están fijados en el mandril de fijación, y a continuación se lleva por las puntas del cabezal de la pieza de trabajo y del cabezal móvil en un movimiento combinado de ajuste y de elevación a la coincidencia estable de los dos ejes determinantes.

La reivindicación 7 muestra de forma amplificada y como esencial que los miembros de apoyo son móviles radialmente en el mandril de fijación de una manera independiente unos de los otros y se colocan bajo la acción de un líquido hidráulico que actúa sobre ambos de manera uniforme adaptándose de una manera automática al lugar de empotramiento del árbol de cigüeñal.

La máquina rectificadora para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención se indica en la reivindicación 9.

Las reivindicaciones 10 a 16 se refieren a detalles constructivos ventajosos de esta máquina rectificadora.

Con la reivindicación 16 se establece que también la máquina rectificadora de acuerdo con la presente invención contiene la división en dos etapas de fijación diferentes y, por lo tanto, en dos estaciones de rectificación, manteniéndose la configuración de la segunda estación de rectificación de acuerdo con el documento DE 10 2008

007 175 A1.

A continuación se explica en detalle todavía la invención con la ayuda de un ejemplo de realización representado en los dibujos. Las figuras muestran lo siguiente:

La figura 1 muestra en una representación desde arriba una máquina rectificadora para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención.

La figura 2 es una vista lateral parcialmente en sección de un árbol de cigüeñal con un mandril de fijación y explica una primera posibilidad para el empotramiento del árbol de cigüeñal durante la rectificación de los cojinetes elevadores.

La figura 2a muestra una representación ampliada de detalles de la figura 2.

La figura 3 muestra una representación correspondiente a la figura 2 con otra posibilidad para el empotramiento del árbol de cigüeñal durante la rectificación de los cojinetes elevadores.

La figura 4 muestra una sección a lo largo de la línea B-B en la figura 2.

La figura 5 muestra una sección parcial a lo largo de la línea A-A en la figura 2.

La figura 1 muestra a modo de ejemplo una vista desde arriba sobre una máquina rectificadora, con la que se pueden rectificar árboles de cigüeñal 1 de acuerdo con la invención. En la figura 2 se representa como ejemplo la vista lateral de un árbol de cigüeñal de cuatro cilindros 1 habitual con un mandril de fijación 43 correspondiente, que se encuentra en un cabezal de la pieza de trabajo 26. El árbol de cigüeñal 1 presenta bancadas 2, cojinetes principales interiores 3 y cojinetes principales exteriores 4 así como cojinetes elevadores 5. El extremo izquierdo del árbol de cigüeñal 1 representado termina en una pestaña 6 y el extremo derecho termina en un pivote 7. El árbol de cigüeñal 1 tiene un eje longitudinal geométrico determinante 10, que forma la línea media de todas las partes centradas del árbol de cigüeñal 1 como cojinetes principales 3, 4, pestaña 6 y pivotes 7 y es decisivo también para todos los procesos de la rectificación cilíndrica. El eje longitudinal geométrico determinante 10 es marcado ya por el fabricante de la pieza bruta de árboles de cigüeñal, en general a través de taladros de centrado 8 y 9, que están colocados en los dos lados frontales del árbol de cigüeñal 1. El eje longitudinal geométrico determinante 10 está disponible, por lo tanto, durante la rectificación del árbol de cigüeñal 1 como recta de unión entre los dos taladros de centrado 8, 9.

La máquina que sirve para la rectificación de un árbol de cigüeñal de este tipo se puede describir, en su generalidad, con la ayuda del dibujo esquemático de conjunto según la figura 1, porque los grupos de construcción individuales y los elementos son, en principio, conocidos por el técnico. La máquina rectificadora forma una célula de rectificación 21, que comprende una primera estación de rectificación 22 y una segunda estación de rectificación 23. En este caso, la primera estación de rectificación 22 sirve exclusivamente para la rectificación de los cojinetes elevadores 5, mientras que en la segunda estación de rectificación 23 se rectifican exclusivamente los cojinetes principales 3 y 4.La dirección de flujo de los árboles de cigüeñal 1 durante el paso a través de la célula de rectificación está indicada por medio de la flecha 20; por lo tanto, los cojinetes elevadores 5 son pre-rectificados y rectificados acabados antes que los cojinetes principales 3 y 4. Las dos estaciones de rectificación 22, 23 están dispuestas sobre un lecho de máquina común 24. El lecho de máquina 24 comprende también una mesa de máquina 25.

A la primera estación de rectificación 22 pertenecen un cabezal de la pieza de trabajo 26 y un cabezal móvil 27, que pueden ser accionados ambos de forma sincronizada con motor eléctrico. Un árbol de cigüeñal 1 es empotrado entre el cabezal de la pieza de trabajo 26 y el cabezal móvil 27. Además, a la primera estación de rectificación 22 pertenece un carro cruzado 28 con un cabezal de rectificación 29, sobre el que se encuentran dos husillos de rectificación 30 con los discos de rectificación 31. El carro cruzado 29 en general es desplazable en la dirección de ajuste 33, es decir, perpendicularmente al eje longitudinal geométrico determinante 10 del árbol de cigüeñal empotrado 1; los husillos de rectificación 40 que se encuentran encima pueden ser desplazados individualmente o en común sobre el carro cruzado 29 en la dirección 24, es decir, paralelamente al eje longitudinal geométrico determinante 10. Además, la distancia entre los husillos de rectificación 30 se puede modificar en dirección 34. De esta manera se pueden realizar todos los procesos habituales para la rectificación de los cojinetes elevadores 5, como se conoce con y sin control numérico CNC.

A la segunda estación de rectificación 23 pertenecen de la misma manera un cabezal de la pieza de trabajo 36 y un cabezal móvil 37, entre los que se empotra el árbol de cigüeñal 1 y se acciona para la rotación. Un carro cruzado 38, que pertenece a la segunda estación de rectificación 23, lleva sobre un eje 39 accionado en común un conjunto de múltiples discos de rectificación con discos de rectificación 40, que son ajustados durante la rectificación de los cojinetes principales 3, 4 en común contra los cojinetes principales 3, 4. Además, el conjunto de discos múltiples se puede desplazar también en la dirección 34.

Con 41 se designan los motores de accionamiento para el eje de ajuste de los carros cruzados 28, 38 y con 42 se

designan unas cubiertas, que mantienen las virutas de rectificación alejadas de las guías de deslizamiento de las estaciones de rectificación 22, 23. Los dispositivos de fijación y de accionamiento de los dos cabezales de la pieza de trabajo 26, 36 de los dos cabezales móviles 27, 37 se encuentran en un eje longitudinal común 32. El eje longitudinal 32 es al mismo tiempo el eje de giro (eje-C) de los árboles de cigüeñal 1 durante la rectificación. Para mediciones funcionales durante el proceso de rectificación están previstos dispositivos de medición, que no se representan en particular.

A partir del documento DE 10 2008 007 175 A1 de la solicitante se conocen las características descritas hasta ahora de la máquina rectificadora de acuerdo con la invención, lo mismo que la enseñanza de que de acuerdo con el objeto de aplicación diferente de las dos estaciones de rectificación 22, 23, el árbol de cigüeñal 1 debe empotrarse de otra manera en cada estación de rectificación 22, 23. Para la presente solicitud se adopta en este caso el método conocido para el empotramiento en la segunda estación rectificadora 28 igualmente a partir del documento DE 10 2008 007 175 A1. Para la rectificación de los cojinetes principales 3, 4 se empotra, por lo tanto, en la segunda estación de rectificación 23 el árbol de cigüeñal 1 entre puntas, que se encuentran en los husillos del cabezal de la pieza de trabajo 36 y del cabezal móvil 37. El contorno extremo de forma cónica de las puntas encaja en los taladros de centrado 8 y 9 en los extremos del árbol de cigüeñal 1 y de esta manera el eje longitudinal geométrico determinante 10 del árbol de cigüeñal se encuentra en coincidencia con el eje longitudinal común 32 del cabezal de la pieza de trabajo 36 y del cabezal móvil 37, que es al mismo tiempo el eje de giro del árbol de cigüeñal 1 durante la rectificación.

El árbol de cigüeñal 1 empotrado entre las puntas es accionado a través de un accionamiento con mandril de fijación de compensación para la rotación. En un mandril de fijación de este tipo, un grupo de al menos dos mordazas de fijación es activado con preferencia hidráulicamente, estando conectadas todas las mordazas de fijación en el mismo conducto de alimentación del líquido hidráulico y están ajustadas en dirección radial en una parte del árbol de cigüeñal 1, que se encuentra en la extensión longitudinal común de los cojinetes principales 3, 4. Como lugares de empotramiento se contemplan especialmente la pestaña 6 o el pivote 7, porque de esta manera todos los cojinetes principales están libres para la rectificación. El contorno exterior de los lugares de empotramiento no tiene que estar en este caso exactamente simétrico central con respecto al eje longitudinal geométrico determinante 10 del árbol de cigüeñal 1; en su lugar puede ser un contorno bruto no rectificado; puesto que el empotramiento entre las puntas garantiza que el árbol de cigüeñal 1 sea girado en cualquier caso alrededor del eje longitudinal geométrico determinante 10. Las mordazas de fijación del mandril de fijación de compensación son, en efecto, móviles individualmente por sí, pero se pueden compensar entre sí a través del medio de presión hidráulica. De esta manera, se apoya cada mordaza de fijación con la misma fuerza en el lugar de empotramiento del árbol de cigüeñal 1. Las mordazas de fijación realizan en este caso solamente el arrastre giratorio del árbol de cigüeñal 1; pero puesto que están ajustadas de una manera elástica compensadora, no pueden ejercer ninguna o solamente una acción de fijación de refuerzo reducida sobre el árbol de cigüeñal 1 y no se oponen a una flexión del árbol de cigüeñal 1 durante la rectificación. Para evitar errores con respecto al diámetro, la redondez, la marcha concéntrica y la centricidad, se ruega, por lo tanto, vivamente durante la rectificación de los cojinetes principales 3, 4 en la segunda estación de fijación 23, apoyar el árbol de cigüeñal 1 en su zona media longitudinal por medio de una luneta.

Un ejemplo de un mandril de fijación de compensación de este tipo se describe en detalle en el documento DE 10 2008 007 175 A1 con la ayuda de la figura 8. Todas las formas de realización presentes allí para el empotramiento y para el accionamiento giratorio del árbol de cigüeñal 1 en la segunda estación de rectificación 23 pertenecen también al contenido de la presente solicitud. En el caso de utilización de este mandril de fijación de compensación, los cojinetes principales 3, 4 se pueden pre-rectificar y rectificar de forma acabada de manera fiable en la segunda estación de rectificación 23.

Pero en la primera estación de fijación 22 para la rectificación de los cojinetes elevadores 5, el árbol de cigüeñal 1 es empotrado, a diferencia del estado de la técnica según el documento DE 10 2008 007 175 A1, y accionado para rotación, de la manera que se representa a modo de ejemplo y en gran medida esquemática en las figuras 2 a 5. La representación en sección en la zona izquierda de la figura 2 corresponde en este caso a la línea de intersección CMC en la figura 4, de manera que M significa el punto medio de la sección transversal de los árboles de cigüeñal sobre el eje longitudinal geométrico determinante 10. Las figuras 2 y 2a muestran el mandril de fijación 43 de un cabezal de la pieza de trabajo 26, en el que una punta 52 es desplazable axialmente. El extremo delantero de la punta, dirigido hacia el árbol de cigüeñal 1, está configurado como contorno extremo 52a de forma cónica y de esta manera facilita la introducción en el taladro de centrado 8 correspondiente del árbol de cigüeñal 1. También el cabezal móvil 27 puede estar configurado con un mandril de fijación 43 de este tipo, ver en la figura 3 la punta 53 con el contorno extremo de forma cónica y el taladro de centrado 9 correspondiente. Como se muestra en la figura 4, en el lado frontal del mandril de fijación 43, que está dirigido hacia el árbol de cigüeñal 1, está configurada una bolsa 11 en forma de U, que está fijada según las figuras 2, 2a y 2 para la pestaña 6 del árbol de cigüeñal 1 y el pivote 7. El árbol de cigüeñal 1 se encuentra según las figuras 2 y 3, respectivamente, sobre dos salientes de retención 54, que se proyectan a modo de levas desde el fondo de la bolsa 11, se extienden inclinados entre sí en forma de V y forman conjuntamente un prisma de apoyo, que está estacionario sobre el mandril de fijación 43. En la representación de la figura 4, los salientes de retención 54 se encuentran detrás de los miembros de apoyo 12 y, por

lo tanto, no son visibles.

En el mandril de fijación 43 están previstas, además, dos correderas axiales 14, que son desplazables axialmente bajo la acción de un líquido hidráulico de acuerdo con la doble flecha 15. Con respecto al eje de giro 32 del mandril de fijación 43, las dos correderas axiales 14 están dispuestas desplazadas entre sí en forma de V en un ángulo de aproximadamente 60 a 120 grados angulares, como se puede deducir a partir de la figura 4. Los lados frontales de las correderas axiales 14 están dispuestos detrás de los miembros de apoyo 12 dispuestos de la misma manera en forma de V entre sí, que tienen también la función de mordazas de fijación y son desplazables radialmente con relación al eje de giro 32, ver la doble flecha 13. Cada una de las correderas axiales 14 está en conexión operativa a través de superficies inclinadas con una corredera radial 57, que está alojada de forma desplazable en dirección radial en el mandril de fijación 4. Cada corredera radial 37 está atornillada de nuevo con un miembro de apoyo 12, que se proyecta desde el mandril de fijación 43. Cada corredera radial 57 forma con su miembro de apoyo 12 una unidad funcional; la forma de realización dividida posibilita la sustitución sencilla del miembro de apoyo 12, cuando el árbol de cigüeñal 1 debe ser empotrado en un lugar de empotramiento con otro diámetro.

Con la doble flecha 15 se indica que las dos correderas axiales 14 se pueden desplazar axialmente en direcciones opuestas por medio de un líquido hidráulico conectado en el mismo conducto de alimentación y que actúa de una manera uniforme sobre ambas. En el caso de un movimiento en la figura 2a hacia la izquierda, a través de las superficies inclinadas que se encuentran en contacto entre sí se mueven las correderas radiales 57 hacia dentro en dirección al eje de giro 32. De esta manera, también los miembros de apoyo 12 atornillados con las correderas radiales 57 se mueven en la misma dirección y se apoyan en el lugar de empotramiento del árbol de cigüeñal 1, en el caso de la figura 2 en el cojinete principal exterior 4 que se encuentra a la izquierda. Durante el movimiento opuesto de las correderas axiales 14 (hacia la derecha en la figura 2a), los miembros de apoyo 12 se desplazan de nuevo radialmente hacia fuera. La fuerza de presión de apriete de los miembros de apoyo 12 se puede regular por medio de diversas regulaciones de la presión en el circuito hidráulico.

Paralelamente a las correderas axiales 14, desplazados radialmente hacia dentro, están previstos dos pasadores de bloqueo 16 en taladros 18 que se extienden axialmente, que están dispuestos bajo el mismo ángulo con relación al eje de giro 32, ver la representación en sección según la figura 5. Los pasadores de bloqueo 16 se pueden desplazar e forma controlada en dos direcciones opuestas 17, ver la doble flecha 17. En su posición activada, un pasador de bloqueo 16 engrana con su extremo delantero de forma cónica en una ranura 19 de forma trapezoidal, que se encuentra en la dirección longitudinal yen la dirección de desplazamiento de la corredera radial 57 correspondiente. La corredera radial 57 está fijada entonces en una posición deseada. Los pasadores de bloqueo 16 se pueden activar y reponer a través de medios mecánicos, hidráulicos, eléctricos o neumáticos, contemplándose también diferentes medios para la activación y recuperación, como por ejemplo la activación a través de medios hidráulicos y una recuperación a través de mueles. Las mismas posibilidades de ajuste existen también para la corredera axial 14.

Como se deduce especialmente a partir de la figura 4, sobre el lado del mandril de fijación 43, opuesto a los miembros de apoyo 12, está previsto un miembro de fijación pivotable 44 en forma de un brazo de articulación, Su eje de articulación está designado con 55 y su extremo activo está designado con 56. La figura 4 muestra con líneas continuas la posición de fijación del miembro de sujeción 44, mientras que la posición de liberación se representa con líneas de trazos. Las dimensiones y las relaciones de montaje están seleccionadas de tal forma que el extremo activo 56 del miembro de fijación 44 descasa durante la activación en un lugar del árbol de cigüeñal 1, que descansa sobre la bisectriz prolongada del ángulo entre los miembros de apoyo 12. Para la activación del miembro de sujeción 44 se contemplan los mismos medios que para los pasadores de bloqueo 16.

Con la máquina rectificadora descrita se realiza el procedimiento de rectificación de la siguiente manera:

El árbol de cigüeñal 1 a rectificar está constituido de acero o e materiales fundidos, puede estar fundido o forjado y se encuentra en el estado bruto no rectificado; se puede mecanizar por arranque de virutas, es decir, sobre todo por medio de torneado, taladrado o fresado por fluidización. El árbol de cigüeñal 1 es llevado en primer lugar a través de una instalación de transporte a la primera estación de rectificación 22 y está empotrado allí entre el cabezal de la pieza de trabajo 28 y el cabezal móvil 27. Se muestra una forma de realización, en la que el cabezal de la pieza de trabajo 26 y el cabezal móvil 27 están equipados ambos con mandriles de fijación 43 de acuerdo con las figuras 2 a 5, ver la figura 3. De esta manera, también cada uno de los mandriles de fijación 43 está provisto con una punta 52, 53. Antes de la introducción del árbol de cigüeñal 1 se ajustan el cabezal de la pieza de trabajo 26 y el cabezal móvil 27 con las puntas 52, 53 introducidas axialmente hacia dentro sobre una distancia axial, que corresponde a la medida de la longitud del árbol de cigüeñal 1. Los ejes de giro de los mandriles de fijación 43 son llevados a una posición, en la que los miembros de apoyo 12 y los salientes de retención 14 se encuentran en su posición inferior.

Entonces se basa el árbol de cigüeñal 1 en posición horizontal con preferencia desde arriba entre el cabezal de la pieza de trabajo 26 y el cabezal móvil 27 y se apoya sobre los salientes de retención 5, que forman conjuntamente un prisma, que está estacionario con relación al mandril de fijación 43. En el caso de la figura 3, a este respecto, el árbol de cigüeñal 1descansa con la pestaña 6 sobre los salientes de retención 54 del cabezal de la pieza de trabajo

26 y con el pivote 7 sobre los salientes de retención 54 del cabezal móvil 27. La distancia radial entre las puntas 52, 53 que se encuentran en el eje de giro 32 y los salientes de retención 54 está seleccionada en este caso para que el eje longitudinal geométrico determinante 10 del árbol de cigüeñal 1 esté insignificantemente mas bajo que el eje de giro común del cabezal de la pieza de trabajo 26 y el cabezal móvil 27. De acuerdo con ello, las puntas 52, 53 están enfrentadas a los taladros de centrado 8, 9 dentro de sus anchuras de apertura. Los miembros de apoyo 12 de los dos mandriles de fijación 43 se encuentran en este instante a una distancia por debajo de los dos cojinetes principales exteriores. Puesto que el árbol de cigüeñal 1 descansa con su contorno bruto no rectificado sobre los salientes de retención 54 de los mandriles de fijación, en esta fase del empotramiento, el eje longitudinal geométrico determinante 10 del árbol de cigüeñal no se extiende con suficiente exactitud suficientemente paralelo al eje de giro común 32 del cabezal de la pieza de trabajo 26 y del cabezal móvil 27. La corrección se realiza en la fase siguiente.

Las dos puntas 52, 53 se extienden a tal fin y penetran en los taladros de centrado 8, 9, lo que se posibilita a través de los contornos extremos 52a, 53a en forma cónica de las puntas 52, 53. Las puntas 52, 53 se apoyan en las paredes interiores de los taladros de centrado 8, 9 y ejercen sobre el árbol de cigüeñal 1 una acción de elevación y de ajuste. La posición del árbol de cigüeñal 1 se corrige de esta manera en la altura y lateralmente. Cuando las puntas 8, 9 están totalmente extendidas, el árbol de cigüeñal 1 se eleva desde los salientes de retención 54, y su eje longitudinal geométrico determinante 10 se extiende exactamente en el eje de giro común 12 del cabezal de la pieza de trabajo 26 y del cabezal móvil 27 (estado de coincidencia). Los miembros de apoyo 12 de los dos mandriles de fijación 43 se encuentran en esta fase como anteriormente a distancia por debajo de los cojinetes principales exteriores 4. Sin embargo, la distancia es tan reducida que no se puede representar a escala en las figuras.

A través de la activación de las correderas axiales 14 en ambos mandriles de fijación 43 se aproximan a continuación los miembros de apoyo 12 a los dos cojinetes principales exteriores 4. Puesto que los miembros de apoyo 12 pueden compensar automáticamente su posición entre sí, resulta la misma fuerza de presión de apriete para los dos miembros de apoyo 12 de un mandril de fijación cuando se apoya en el árbol de cigüeñal 1, aunque la posición de los miembros de apoyo 12 – condicionado por el contorno bruto de los cojinetes principales exteriores 4 – se desvíe en este caso de ello. La magnitud de la fuerza de presión de apriete se selecciona para que apoye la sujeción del árbol de cigüeñal 1 en las puntas 52, 53, pero no la ponga en peligro, y sea suficiente para la función posterior de los miembros de apoyo 12 como mordazas de fijación durante la rotación del árbol de cigüeñal 1.Cuando se ha alcanzado esta posición de apoyo, se activan en ambos mandriles de fijación 43 los pasadores de bloqueo 16, que entran en las ranuras longitudinales 19 que se encuentran en las correderas radiales 57 y bloquean las correderas radiales 57 junto con el miembro de apoyo 12 respectivo en la posición de apoyo.

Hay que indicar todavía que el árbol de cigüeñal 1 durante la entrada en la estación de rectificación 22 se podría depositar también de la misma manera sobre los miembros de apoyo 12 dispuestos debajo, antes de que se realice su aproximación al árbol de cigüeñal. Los salientes de retención estacionarios 54 serían entonces innecesarios. Pero se considera más fiable dejar terminar el proceso de transporte en salientes de retención estacionarios 54 y descargar los miembros de apoyo móviles 12 a este respecto del cometido del primer apoyo.

En su posición bloqueada, los dos miembros de apoyo 1 de cada mandril de fijación 43 forman, debido a su disposición en forma de V, de la misma manera un apoyo a modo de un prisma para el árbol de cigüeñal 1. Este apoyo es operativamente fijo en el mandril de fijación 43, siendo ajustada la fuerza de presión de apriete de los pasadores de bloqueo 16 para que éstos no se puedan solar en el funcionamiento siguiente; esto se aplica también en el caso de fuerza de bloqueo generada hidráulicamente. El mandril de fijación 43 de la primera estación de rectificación 22 se diferencia claramente de los mandriles de fijación de la segunda estación de rectificación 23, en la que todas las mordazas de fijación permanecen aptas para compensación mutua también durante la rotación del árbol de cigüeñal 1 durante la rectificación.

Los dos miembros de apoyo en cada mandril de fijación 43 actúan en este estado solamente como un prisma de apoyo fijo, que apoya la fijación del árbol de cigüeñal 1 en reposo en las puntas 52, 53. Para el progreso posterior del empotramiento se transfiere ahora el miembro de sujeción pivotable 44 desde su posición de liberación hasta la posición de sujeción, ver la figura 4. El miembro de sujeción pivotable 44 y los dos miembros de apoyo 12 asumen ahora la función de mordazas de fijación, que deben garantizar el arrastre giratorio y el apoyo del árbol de cigüeñal 1. Puesto que el extremo activo 56 del miembro de sujeción 44 se encuentra aproximadamente sobre la línea recta de la bisectriz angular entre los miembros de apoyo 12, ver la figura 4, el ataque de las fuerzas de arrastre en la periferia de los cojinetes principales exteriores 4 es en gran medida uniforme. Los miembros de apoyo 12 permanecen bloqueados durante la rotación del árbol de cigüeñal 1 durante el rectificado fijamente en el mandril de fijación 43 y absorben de una manera fiable la fuerza ejercida por el miembro de sujeción pivotable 44, sin que se ponga en peligro la coincidencia provocada por las puntas 52, 53 del eje longitudinal 10 del árbol del cigüeñal geométrico determinante. El árbol de cigüeñal 1 está empotrado extendiéndose exactamente de acuerdo con este eje longitudinal y no se puede presionar tampoco fuera del centro.

Como apoyo hay que añadir que el árbol de cigüeñal 1 en la primera estación de rectificación 22 es empotrado en los cojinetes principales exteriores 4. Éstos forman los lugares de empotramiento más desplazados hacia dentro, hacia la zona longitudinal central del árbol de cigüeñal 1, en los que todos los cojinetes elevadores 5 pueden ser pre-

rectificados y rectificados acabados en una etapa de fijación. La longitud libre del árbol de cigüeñal 1 entre los lugares de empotramiento es en este caso mínima; esto conduce en combinación con los miembros de apoyo 12 bloqueados fijamente a modo de un prisma a que el árbol de cigüeñal 1 no se doble bajo la presión de los discos de rectificación. Por lo tanto, se puede prescindir de la colocación de una luneta. En el caso de un número menor de cojinetes elevadores, por ejemplo dos o tres, de un árbol de cigüeñal, por lo tanto, más corto o en el caso de requerimientos menores planteados a la exactitud de rectificación, también es posible, en principio, en la primera estación de rectificación 22 empotrar el árbol de cigüeñal 1 en la pestaña y/o en el pivote y realizar la rectificación de la misma manera que se ha descrito.

Cuando los cojinetes elevadores 5 han sido rectificados acabados, el árbol de cigüeñal 1 debe transferirse como anteriormente a la segunda estación de rectificación 23, en la que se realiza la segunda etapa de fijación. Puesto que todos los cojinetes principales 3, 4 deben ser pre-rectificados y rectificados acabados, a ser posible, al mismo tiempo, el empotramiento se puede realizar solamente en los extremos exteriores del árbol de cigüeñal 1. Por lo tanto, en la segunda estación de rectificación las mordazas de fijación del mandril de compensación deben desviarse individualmente de forma automática, cuando el árbol de cigüeñal 1 gira. La retención segura del árbol de cigüeñal 1 entre las puntas del cabezal de la pieza de trabajo 36 y el cabezal móvil 37 no se garantiza de esta manera en cada caso, de manera que en cualquier caso es ventajosa la colocación de una luneta en la zona central del árbol de cigüeñal 1. A pesar del cambio en la etapa de fijación, las ventajas del procedimiento de acuerdo con la invención predominan con respecto al procedimiento conocido de acuerdo con el documento EP 1181 132 B1. Puesto que, en efecto, las deformaciones considerables durante la rectificación previa y la rectificación acabada de los cojinetes elevadores 5 aparecen igualmente al principio y se pueden eliminar de nuevo en gran medida durante la rectificación previa y la rectificación acabada siguientes de los cojinetes principales 3, 4, se consigue, en general, en cualquier caso un incremento de la exactitud de la rectificación.

Lista de signos de referencia

1	Árbol de cigüeñal
2	Bancada
3	Cojinete principal interior
4	Cojinete principal exterior
5	Cojinete elevador
6	Pestaña
7	Pivote
8	Taladro de centrado (pestaña)
9	Taladro de centrado (pivote)
10	Eje longitudinal geométrico determinante del árbol de cigüeñal
11	Bolsa en forma de U
12	Miembros de apoyo
13	Flecha doble, dirección de desplazamiento de las mordazas de sujeción
14	Corredera axial
15	Flecha doble, dirección de desplazamiento de la corredera axial
16	Pasador de bloqueo
17	Flecha dobla, dirección de desplazamiento del pasador de bloqueo
18	Taladro
19	Ranura longitudinal
20	Dirección del flujo (dirección de transporte de los árboles de cigüeñal)
21	Célula de rectificación
22	Primera estación de rectificación
23	Segunda estación de rectificación
24	Lecho de máquina común
25	Mesa de máquina
26	Cabezal de pieza de trabajo (primera estación de rectificación)
27	Cabezal móvil
38	Carro cruzado
29	Cabezal de rectificación
30	Husillo de rectificación
31	Disco de rectificación
32	Eje longitudinal común, eje de giro del árbol de cigüeñal
33	Dirección de ajuste de los discos de rectificación
34	Dirección
36	Cabezal de pieza de trabajo (segunda estación de rectificación)
37	Cabezal móvil (segunda estación de rectificación)
38	Carro cruzado
39	Eje común
40	Discos de rectificación

41	Motor de accionamiento
42	Cubierta
43	Mandril de fijación (primera estación de rectificación)
44	Miembro de sujeción pivotable
45	Eje de articulación del elemento de fijación pivotable
52	Punta del cabezal de la pieza de trabajo
52a	Zona extrema de forma cónica
53	Punta del cabezal móvil
53a	Zona extrema de forma cónica
54	Saliente de retención
55	Eje de articulación del miembro de sujeción
56	Extremo de actuación
57	Corredera radial

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para la rectificación de los cojinetes principales y de los cojinetes elevadores (3, 4, 5) de un árbol de cigüeñal (1) a través de rectificación cilíndrica exterior en una máquina de rectificación, que presenta accionamientos giratorios de la pieza de trabajo y mandriles de fijación dispuestos en éstos, con las siguientes características del procedimiento:

a) en una primera etapa de fijación se pre-rectifican y se rectifican de forma acabada los cojinetes elevadores (5);
b) a continuación se lleva el árbol de cigüeñal (1) a una segunda etapa de fijación, en la que se pre-rectifican y se rectifican de forma acabada los cojinetes principales (4, 5);
c) en las dos operaciones de empotramiento se empotra el árbol de cigüeñal (1) en dos lugares de empotramiento no rectificados, que se encuentran a distancia axial entre sí y que presentan un contorno bruto;
d) en el que la segunda etapa de fijación se realiza de acuerdo con el principio de un mandril de fijación de compensación que realiza el accionamiento giratorio y que lleva a cabo una rotación alrededor del eje longitudinal geométrico determinante (10) del árbol de cigüeñal;

caracterizado por las siguientes características del procedimiento:

e) para la realización de la primera etapa de fijación se lleva el eje longitudinal geométrico determinante (10) del árbol de cigüeñal (1) a una posición de coincidencia con el eje de giro (32) del accionamiento giratorio de la pieza de trabajo correspondiente;
f) a continuación se colocan, en al menos uno de los dos lugares de empotramiento de la primera etapa de fijación, dos miembros de apoyo (12) móviles en un plano radial, y que se encuentran en el mandril de fijación (43) del accionamiento giratorio respectivo, en este lugar de empotramiento y en este posición se bloquean entre sí para la formación de un apoyo a modo de un prisma, que está fijado operativamente en el mandril de fijación (43);
g) al menos un miembro de sujeción (44), dispuesto radialmente enfrentado a los miembros de apoyo (12), es colocado en el lugar de empotramiento y asegura la posición del árbol de cigüeñal (1) sobre los miembros de apoyo (12);
h) el accionamiento giratorio de la primera etapa de fijación se desplaza en rotación, que tiene lugar también en la primera etapa de fijación alrededor del eje longitudinal geométrico determinante (10) del árbol de cigüeñal (1).

2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque en los dos lugares de empotramiento de la primera etapa de fijación, el árbol de cigüeñal (1) es empotrado por medio de los miembros de apoyo (12) y del al menos un miembro de sujeción (44) de un mandril de fijación (43) configurado de forma correspondiente.

3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2 para la realización en una máquina de rectificación, en la que el árbol de cigüeñal (1) está empotrado de forma giratoria en sus extremos entre un cabezal de pieza de trabajo (26) y un cabezal móvil (27) y es accionado en rotación, **caracterizado** porque al término del proceso de ajuste, se amarra la coincidencia alcanzada del eje longitudinal geométrica determinante (10) el árbol de cigüeñal con el eje de giro (32) del cabezal de la pieza de trabajo (26) y del cabezal móvil (27), porque se lleva a cabo un engrane entre los centros del árbol de cigüeñal (1) de las piezas de apoyo y de hacinamiento giratorias del cabezal de la pieza de trabajo (26) y del cabezal móvil (27).

4.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque se realiza el engrane en unión positiva porque como piezas de centrado giratorias están configuradas unas puntas (52, 53) con contorno extremo (52a, 53a) de forma cónica, las cuales encajan en taladros de centrado (8, 9) adaptados en los extremos del árbol de cigüeñal.

5.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado** porque las puntas (52, 53) son desplazables axialmente dentro del mandril de fijación (43) del cabezal de la pieza de trabajo (26) y/o del cabezal móvil (27).

6.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado** porque para la introducción del árbol de cigüeñal (1) en la primera etapa de fijación de la máquina de rectificación, para el ajuste de su eje longitudinal geométrico determinante (10) así como para el embotamiento y rotación se llevan a cabo las siguientes etapas del procedimiento:

a) el cabezal de la pieza de trabajo (26) y el cabezal móvil (27) son ajustados, con las puntas (52, 53) retraídas, a una distancia entre sí, que corresponde a la medida de la longitud del árbol de cigüeñal (2);
b) el árbol de cigüeñal (1) es introducido por una instalación de transporte en posición aproximadamente horizontal entre el cabezal de la pieza de trabajo (26) y el cabezal móvil (27) y es depositado sobre salientes de retención (54) del mandril de fijación (43), de manera que se selecciona la regulación de la altura de tal forma que el eje longitudinal geométrico determinante (10) del árbol de cigüeñal (1) está colocado insignificantemente más bajo que el eje de giro (32) del cabezal de la pieza de trabajo (26) y el cabezal móvil (27) y los contornos extremos de forma cónica (52a, 53a) de sus puntas (52, 53) se

encuentran, en efecto, fuera de los taladros de central (8, 9) adaptados en los lados frontales del árbol de cigüeñal, pero están enfrentados a los taladros de centrado (8, 9) dentro de la anchura de la abertura;

c) las puntas (52, 53) son extendidas de nuevo y penetran en los taladros de centrado (8, 9) respectivos, con lo que se eleva el árbol de cigüeñal (1) y se lleva su eje longitudinal geométrico determinante (10) a la coincidencia estable con el eje de giro común (32) del cabezal de la pieza de trabajo (26) y del cabezal móvil (27);

d) a continuación, se apoyan los miembros de apoyo (12) en los lugares de empotramiento del árbol de cigüeñal (1) y a través del ajuste del miembro de sujeción (44) se fija el árbol de cigüeñal (1) sobre los miembros de apoyo (12);

e) a continuación se ponen en marcha el accionamiento giratorio y el proceso de rectificación.

7.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque los miembros de apoyo (12) son móviles radialmente en el mandril de fijación (43) de manera independiente unos de los otros y se colocan de forma automática bajo la acción de un líquido hidráulico que actúa de una manera uniforme de forma adaptada junto al lugar de empotramiento del árbol de cigüeñal (1).

8.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque el miembro de sujeción (44) se mueve hidráulicamente.

9.- Máquina de rectificación para la rectificación cilíndrica exterior de los cojinetes principales y los cojinetes elevadores (3, 4, 5) de un árbol de cigüeñal (1)

- con dos estaciones de rectificación (22, 23), cada una de las cuales está provista con un cabezal de la pieza de trabajo (26, 36) y con un cabezal móvil (27, 37), con discos de rectificación (31 40) necesarios accionados y desplazables de forma controlada y con mandriles de fijación para el embotamiento de los árboles de cigüeñal (1) en dos lugares de empotramiento no rectificados, que se encuentran a distancia axial entre sí y que presentan un contorno bruto,
- y con una instalación de transporte para la transferencia del árbol de cigüeñal (1) desde la primera estación de rectificación (22) hasta la segunda estación de rectificación (23);
- en la que la primera estación de rectificación (22) está instalada para la rectificación previa y la rectificación acabada de los cojinetes elevadores (5), en cambio la segunda estación de rectificación (23) está instalada para la rectificación previa y la rectificación acabada siguiente de los cojinetes principales (3, 4);
- para la realización del procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada**
- porque en la primera estación de rectificación (22), los mandriles de fijación (4) del cabezal de la pieza de trabajo (26) y del cabezal móvil (27) están provistos con dos miembros de apoyo (12) móviles radialmente - radialmente frente a éstos – están provistos con al menos un miembro de sujeción (44) móvil radialmente, en la que la primera estación de rectificación (22) y está configurada de tal forma que éstos se pueden apoyar conjuntamente de manera independiente entre sí contra el árbol de cigüeñal (1), de manera que los dos miembros de apoyo (12) están en forma de V entre sí y de esta manera forman en el funcionamiento un apoyo a modo de un prisma;
- y porque está prevista una instalación de bloqueo, que está configurada para bloquear ambos miembros de apoyo (12) en una posición deseada en el mandril de fijación (43) para la formación de un apoyo fijo operativamente;
- y en la que la estación de rectificación (22) está configurada de tal forma que se realizan el bloqueo y el ajuste del miembro de sujeción (44), cuando los dos miembros de apoyo (12) se apoyan en el árbol del cigüeñal (1), en caso de coincidencia del eje longitudinal geométrico determinante (10) del árbol de cigüeñal con el eje de giro común (32) del cabezal de la pieza de trabajo (36) y del cabezal móvil (37).
- con lo que el accionamiento giratorio del cabezal de la pieza de trabajo (36) y/o del cabezal móvil (37) lleva a cabo en el funcionamiento una rotación del árbol de cigüeñal (1) alrededor de su eje longitudinal geométrico determinante (10).

10.- Máquina de rectificación de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizada** porque para el ajuste fino del árbol de cigüeñal (1) en la primera estación de rectificación (22), las puntas (52, 53) que sirven como piezas de centrado están configuradas en el cabezal de la pieza de trabajo (26) y del cabezal móvil (27) para la colaboración con los taladros de centrado (8, 9) en el sentido de una acción de ajuste y acción de elevación.

11.- Máquina de rectificación de acuerdo con la reivindicación 9 ó 10, **caracterizada** porque los miembros de apoyo (12) tienen la forma básica de bulones, que se extienden en el mandril de fijación (43) en dirección radial y están configurados de manera que se estrechan cónicamente en su zona dirigida hacia el árbol de cigüeñal (1).

12.- Máquina de rectificación de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizada** porque la activación de los miembros de apoyo (12) móviles radialmente y del miembro de sujeción (44) móvil radialmente se realizan directa o indirectamente a través de medios hidráulicos, mecánicos, eléctricos o neumáticos.

13.- Máquina de rectificación de acuerdo con la reivindicación 11 ó 12, **caracterizada** porque la instalación de

bloqueo de cada miembro de apoyo (12) presenta un pasador de bloqueo (16) guiado de forma desplazable en el mandril de fijación (43), que engrana en una ranura longitudinal (19) del miembro de apoyo (12) y durante su activación fija el miembro de apoyo (12) en su posición respectiva.

14.- Máquina de rectificación de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizada** porque la activación de los pasadores de bloqueo se realiza a través de medios mecánicos, hidráulicos, eléctricos o neumáticos.

15.- Máquina de rectificación de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 14, **caracterizada** porque el miembro de sujeción (44) está configurado como miembro de articulación, cuyo eje de articulación (55) se extiende paralelamente al eje de giro común (32) del cabezal de la pieza de trabajo (26) y del cabezal móvil (27) y cuyo extremo activo (56) se apoya en el estado pivotado hacia dentro frente a los miembros de apoyo (12) en el lugar de empotramiento del árbol de cigüeñal (1).

16.- Máquina de rectificación de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 15 **caracterizada** porque el mandril de fijación del cabezal de la pieza de trabajo (36) en la segunda estación de rectificación (23) está realizado como mandril de fijación de compensación con mordazas de fijación ajustadas hidráulicamente en común, compensatorias entre sí, y porque los árboles de cigüeñal (1) giran en ambas estaciones de rectificación (22, 23) en el funcionamiento alrededor de sus ejes longitudinales geométricos determinantes (10).

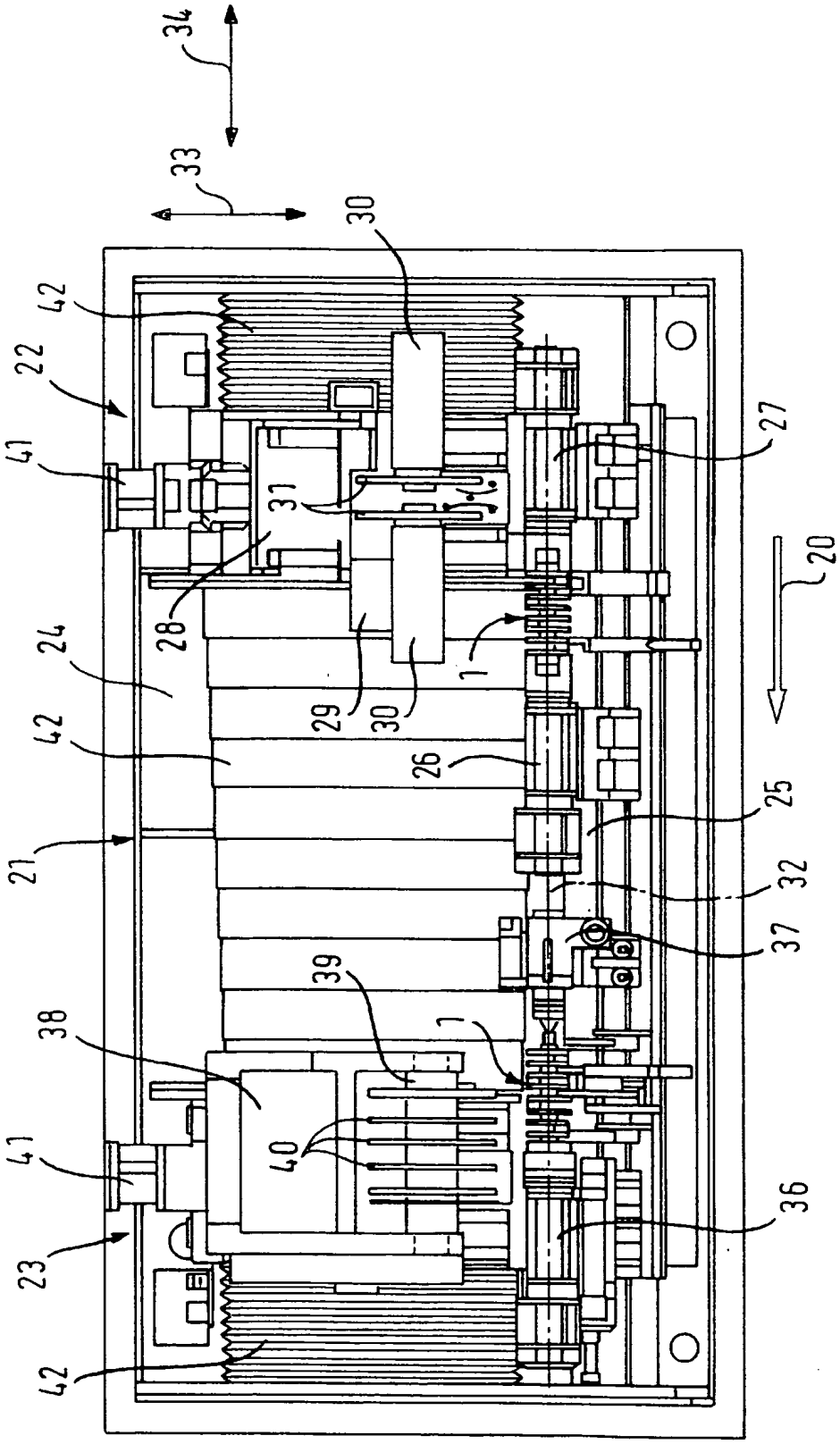
34
33
30
42
22
41
31
28
24
42
21
38
41
23
42
27
20
1
29
30
26
25
32
37
39
1
40
36

Fig. 1

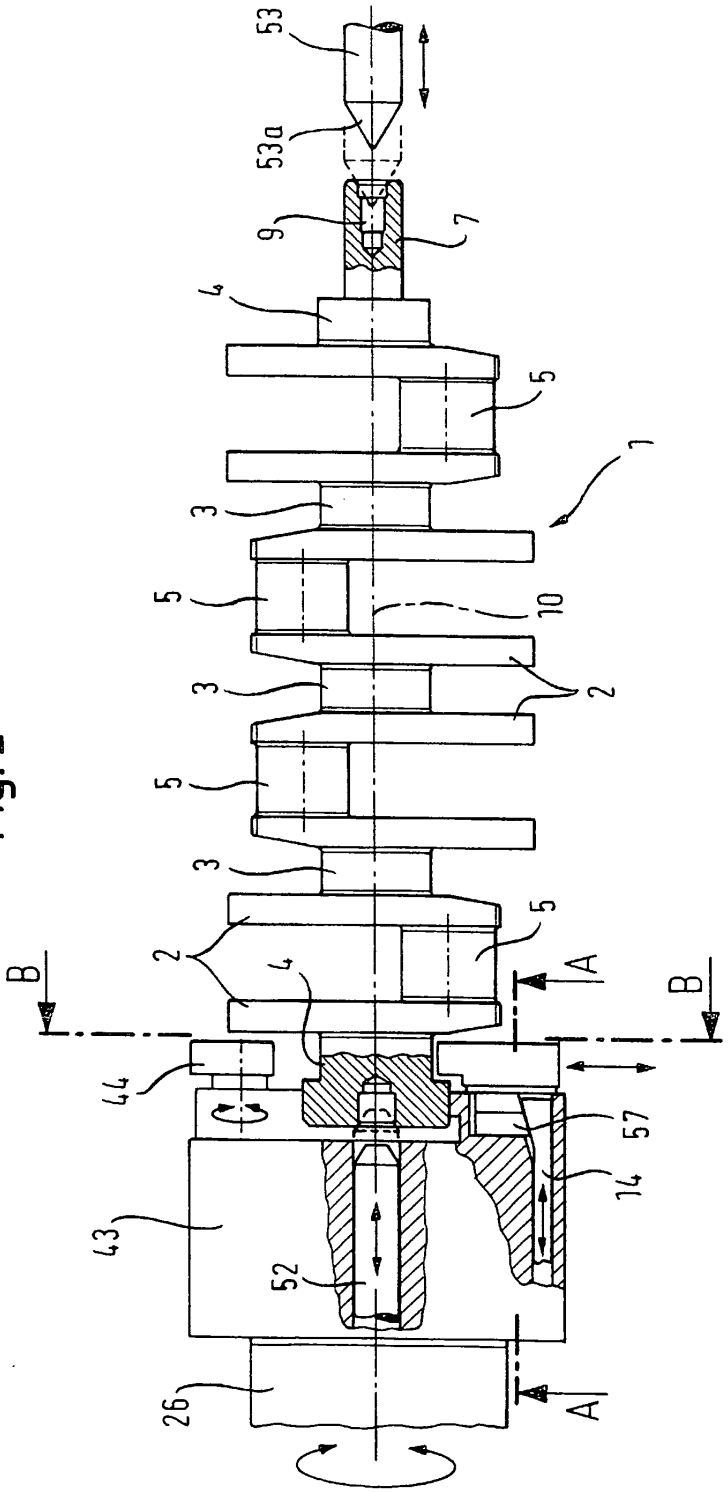

Fig. 2

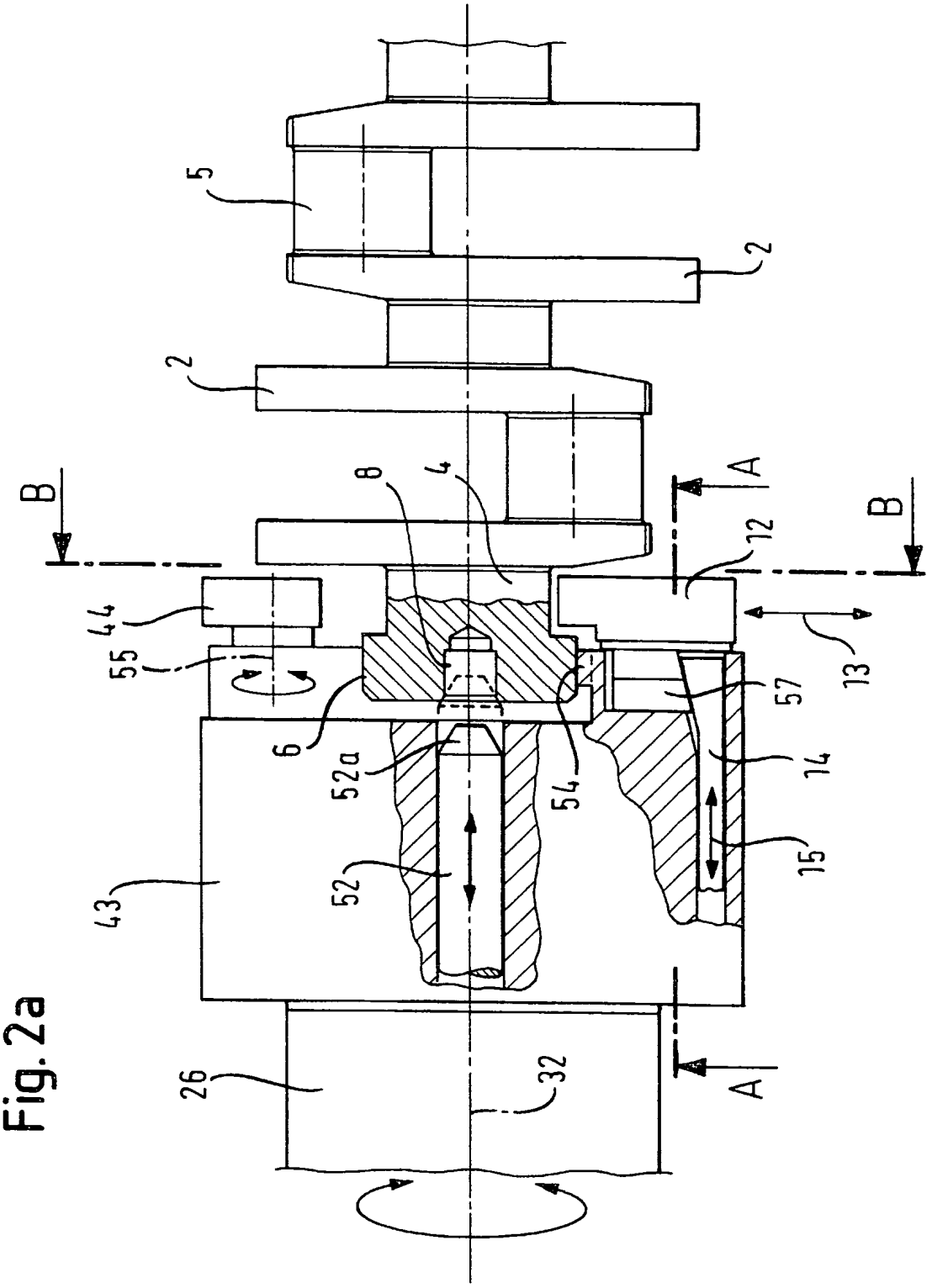

Fig. 2a

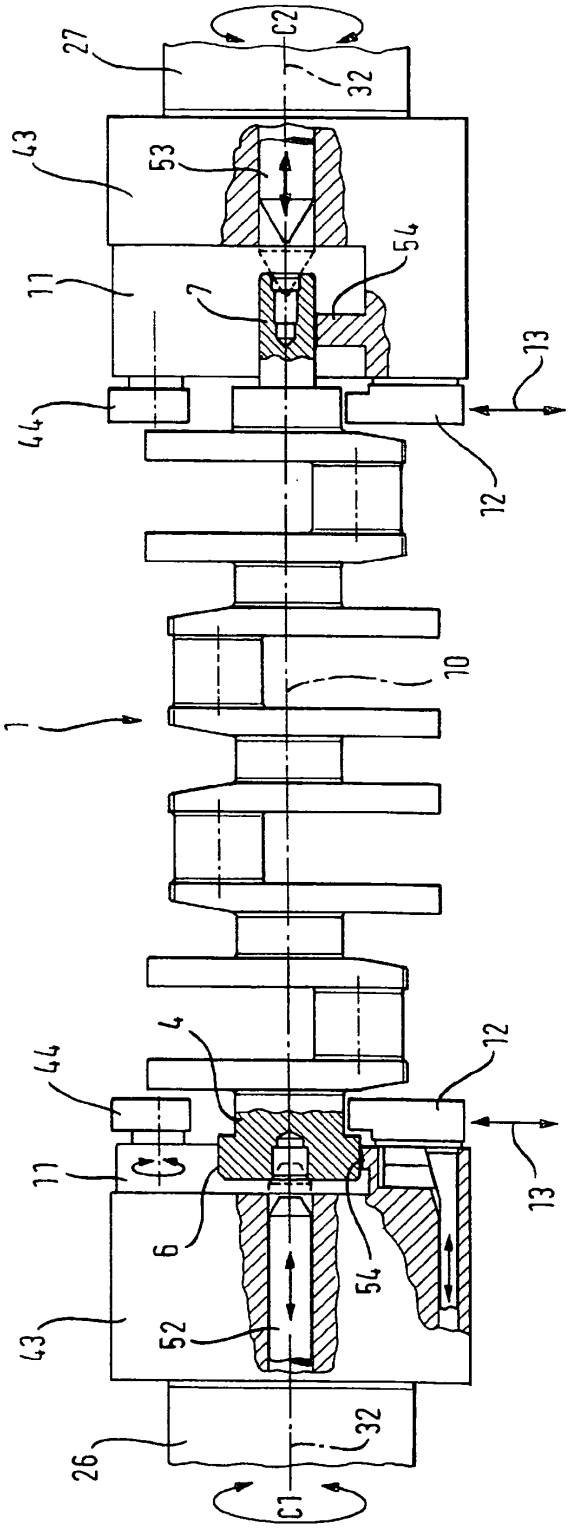

Fig. 3

Fig. 4

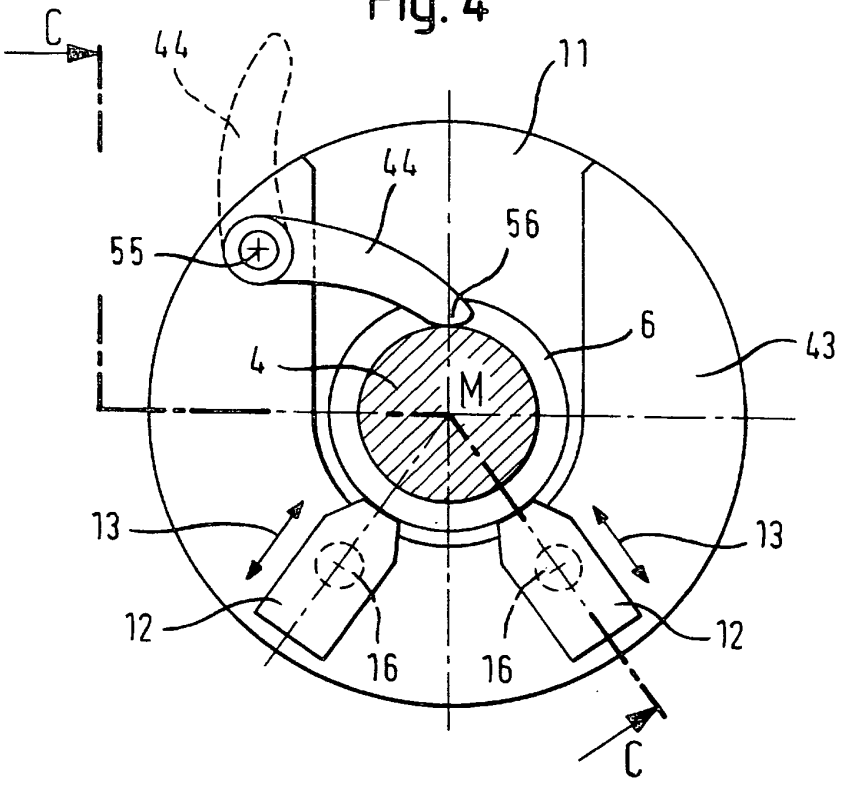
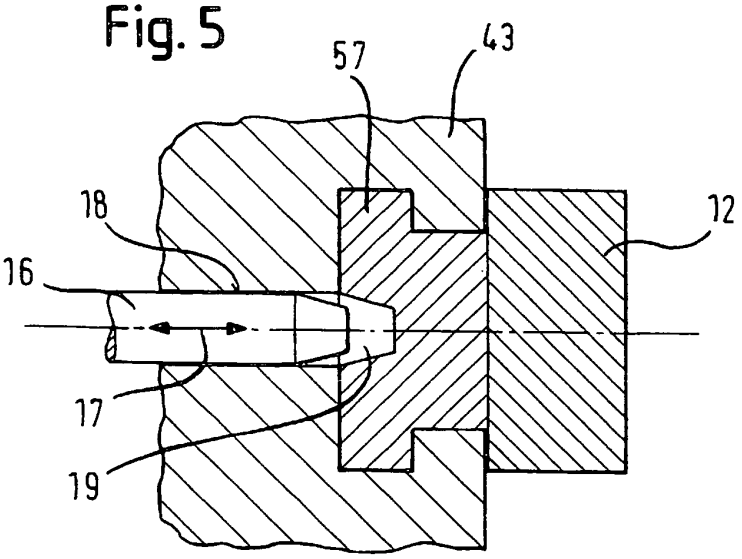
Fig. 5