

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 408 658**

51 Int. Cl.:

B24B 5/01 (2006.01)

B24B 5/02 (2006.01)

B24B 7/17 (2006.01)

B24B 19/08 (2006.01)

B24B 5/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.05.2008 E 08750189 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2013 EP 2107959**

54 Título: **Procedimiento y rectificadora para el rectificado de piezas de trabajo con forma de barra**

30 Prioridad:

14.02.2008 DE 102008009124

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

21.06.2013

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 2 408 658 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y rectificadora para el rectificado de piezas de trabajo con forma de barra

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para el rectificado de piezas de trabajo con forma de barra, que presentan un corte transversal no redondo, formado por líneas planas y/o curvadas y lados frontales planos que tienen un recorrido paralelo entre sí de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 así como a una rectificadora, en la que están dispuestos dos husillos portamuela en una forma constructiva en tándem y que es particularmente adecuada para llevar a cabo el procedimiento, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 10. Un
10 procedimiento del tipo mencionado se conoce por el documento DE 10 2006 007 055 A1 y una rectificadora del tipo mencionado, por el documento EP-A-0 522 272.

Con el procedimiento de acuerdo con la invención se han de rectificar, sobre todo, piezas de trabajo cortas y/o con forma de barra. La expresión "piezas de trabajo cortas y/o con forma de barra" significa que se quieren decir solo
15 aquellas piezas de trabajo que no requieren ningún mecanizado de rectificado con una graduación de la muela de rectificado en dirección Z, es decir, la dirección longitudinal de la pieza de trabajo o, en todo caso, solo una ligera graduación en dirección Z, por ejemplo, para la generación de un bisel en la región de las superficies frontales. Por tanto, la aproximación de las muelas de rectificado se realiza solo en la dirección X perpendicular a esto. En cualquier caso, las piezas de trabajo presentan dos superficies frontales que se encuentran en paralelo entre sí y un
20 contorno externo que se encuentra, preferentemente, perpendicular con respecto a esto con la longitud "L", pudiendo ser la longitud L mayor o menor que el diámetro efectivo de la superficie frontal. Por tanto, están comprendidas piezas de trabajo tanto con forma de barra como de disco, cuyo corte transversal/contorno externo puede ser discrecional. Por motivos de concisión, en lo sucesivo se usa "pieza de trabajo con forma de barra", comprendiéndose también piezas de trabajo con forma de disco.

25 Un ámbito de aplicación preferente y mencionado a modo de ejemplo de tales piezas de trabajo cortas con forma de barra son los equipos mecánicos de ajuste, conmutación y control, en los que partes con forma de barra como miembros de ajuste transmiten movimientos y fuerzas. En este caso, las piezas de trabajo con forma de barra pueden tener una longitud entre, preferentemente, 10 y 80 mm y un corte transversal cuadrado con una longitud de
30 cantos entre, preferentemente, 2 y 15 mm. Como materiales se consideran diferentes metales, sin embargo, también materiales de cerámica. Debido al corte transversal no redondo, con una guía correspondiente se consigue que los miembros de ajuste con forma de barra se muevan en el estado montado solo en su dirección longitudinal, sin embargo, no giren.

35 En este caso de aplicación se plantean exigencias muy elevadas a la pieza de trabajo con forma de barra terminada de rectificar; se mencionan, sobre todo, la precisión dimensional de las dimensiones básicas, el paralelismo de las superficies frontales, el mantenimiento exacto del ángulo recto entre los lados longitudinales y frontales, la planitud de las superficies frontales y la máxima altura de perfil de rugosidad Rz.

40 La precisión exigida en los casos concretos de aplicación se puede conseguir al mecanizar cada lado de la pieza de trabajo con forma de barra individualmente mediante rectificado de superficies planas horizontal. Sin embargo, este método está limitado a cortes transversales geométricos con cantos rectos. La zona de rectificado, en este procedimiento de rectificado, solo se puede abastecer con dificultad con lubricante de refrigeración debido al
45 contacto superficial con la muela de rectificado. Por este motivo no se puede conseguir la misma tasa de desprendimiento de virutas por unidad de tiempo como en el rectificado circunferencial. Además, a este respecto, la pieza de trabajo se tiene que voltear y recambiar tan frecuentemente que no se da una fabricación en masa económica. Debido al volteo y el recambio de la pieza de trabajo no se pueden realizar las estrechas tolerancias de fabricación como según el procedimiento de acuerdo con la invención.

50 En el procedimiento y el dispositivo para el mecanizado de rectificado de tales piezas de trabajo de acuerdo con el documento DE 10 2006 007 055 A1 mencionado, en primer lugar se sujeta la pieza de trabajo en su perímetro y se suministra a una estación de rectificado. En ese lugar, mediante una muela doble, ambas superficies frontales se rectifican previamente y de manera fina al mismo tiempo. En la muela doble, dos muelas de rectificado rotatorias,
55 dispuestas de forma equiaxial con separación entre sí, rodean a la pieza de trabajo. Las muelas de rectificado llevan, en los lados internos orientados unos hacia otros, forros de rectificado para el desbastado y el posterior alisado, que encajan sucesivamente mediante el desplazamiento del husillo portamuela en dirección de aproximación (eje X). La separación de las regiones de alisado de las muelas de rectificado se corresponde con la dimensión de rectificado de la pieza de trabajo a mecanizar. Después del mecanizado de las superficies frontales, la pieza de trabajo se traspa a una segunda sujeción, en la que se fija a través de sus superficies frontales. En ese lugar se generan los
60 contornos externos de la pieza de trabajo mediante rectificado no redondo, para lo que un segundo husillo portamuela se pivota al interior a la posición de mecanizado. El primer husillo portamuela para el rectificado doble, que está asentado sobre la misma carcasa pivotante que el segundo husillo portamuela, en este caso se pivota fuera de la región de mecanizado. Después del mecanizado del contorno externo se extrae la pieza de trabajo terminada de mecanizar y se lleva la siguiente pieza de trabajo a la posición para el rectificado doble de las
65 superficies frontales, para lo que se tiene que rotar al interior y aproximar de nuevo el primer husillo portamuela.

En la práctica ha resultado que para el pivotado al interior y aproximación alternos de los dos husillos portamuela a la posición de mecanizado es necesario un considerable consumo de tiempo, en el que no se puede realizar ningún mecanizado de las piezas de trabajo. Por ello se ve perjudicada la productividad de la instalación, lo que es una considerable desventaja, particularmente en vista de los números, habitualmente muy grandes, de piezas de las
 5 piezas de trabajo a producir. Los tiempos que no se pueden utilizar para el rectificado o los tiempos en los que no se puede rectificar al menos parcialmente de forma paralela en el tiempo, de hecho, pueden requerir del 30% al 50% de todo el tiempo de mecanizado para una pieza de trabajo.

Por tanto, la invención se basa en el objetivo de diseñar el procedimiento y la rectificadora del tipo que se ha
 10 mencionado al principio de tal manera que se produzca una disminución de la duración del ciclo y que, de este modo, se consiga una fabricación en masa económica mejorada junto con un resultado de rectificado muy bueno.

La solución de este objetivo se consigue con un procedimiento que presenta la totalidad de las características de la
 15 reivindicación 1.

Con el procedimiento de acuerdo con la invención se lleva a cabo todo el mecanizado de rectificado de la pieza de trabajo con forma de barra en dos subprocesos, de tal manera que se puede realizar el mecanizado completo en una única rectificadora en un proceso continuo de fabricación. A este respecto, se realizan sucesivamente dos
 20 posiciones de fijación o fijaciones distintas, que se convierten de forma sincronizada unas en otras. En primer lugar, cada pieza de trabajo se fija en uno de varios dispositivos de sujeción de un equipo de sostén móvil individualmente en sus lados longitudinales, es decir, por ejemplo, no se introduce solo en la escotadura perfilada de un disco de soporte, esta es la primera fijación. Los dispositivos de sujeción están configurados, preferentemente, como dispositivos de agarre de carga, que presentan dos mordazas que se pueden mover acercándose y alejándose una de otra, entre las cuales se puede fijar la pieza de trabajo mediante enclavamiento de las superficies laterales. Los
 25 lados que se ponen en contacto con la pieza de trabajo están adaptados, preferentemente, a la forma exterior de una pieza en bruto de pieza de trabajo, para sostener la misma de forma segura para el transporte a través de la rectificadora y para el mecanizado de rectificado. Los dispositivos de agarre de carga están dimensionados de tal manera que ambos lados frontales de la pieza de trabajo sobresalen lateralmente de los mismos, de tal manera que es posible sin impedimentos su mecanizado de rectificado. También tienen que estar conformados de tal manera
 30 que estén en disposición de recibir incluso piezas de trabajo terminadas de rectificar y sostener las mismas para el transporte a un punto de descarga.

En esta fijación, la pieza de trabajo se traspa a una primera región de mecanizado, en la que se realiza al menos el rectificado final de ambos lados frontales. Por norma general, los lados frontales se rectifican previamente y de
 35 forma final en esta fijación. No obstante, en este punto no siempre se requiere un rectificado previo separado. Con un diseño correspondiente del dispositivo de sujeción, el rectificado plano doble conduce a un excelente resultado en los lados frontales. La pieza de trabajo fijada al igual que antes, es decir, que se encuentra en la primera fijación, entonces se traspa mediante un movimiento del equipo de sostén entre dos mordazas de sujeción que se encuentran de forma equiaxial con separación entre sí y se fijan por las mismas en sus lados frontales que ya se han
 40 terminado de rectificar y que, por ello, ofrecen las mejores condiciones para un mecanizado posterior preciso. En este caso se tiene que prestar atención con rigurosidad a que durante el recambio no tenga lugar ningún desplazamiento longitudinal de la pieza de trabajo que modifique su ubicación con respecto a la posición de la segunda muela de rectificado de la ubicación teórica requerida. Mediante la realización de los movimientos de las mordazas de sujeción, con las que se fija la pieza de trabajo en sus lados frontales, y la selección de las fuerzas de
 45 sujeción de los dispositivos de agarre de carga que aseguran la fijación para el primer mecanizado de rectificado se da lugar a que la pieza de trabajo durante la fijación con las mordazas de sujeción de los cabezales fijos portapieza en sus lados frontales no se desplace en su dirección longitudinal.

Las mordazas de sujeción causan la segunda fijación de la pieza de trabajo con forma de barra; ahora se anula la
 50 primera fijación. Al girarse de forma controlada ahora las dos mordazas de sujeción de forma sincrónica y equifásica se puede llevar a cabo en la pieza de trabajo un rectificado circunferencial controlado por CNC según el principio de la interpolación C-X. A este respecto, a cada posición de giro de la pieza de trabajo (eje de giro C) trasladada a un giro por las dos mordazas de sujeción se corresponde una determinada separación de la muela de rectificado en dirección del eje X. El experto en el campo de la técnica de rectificado conoce las particularidades de esto del
 55 rectificado no redondo controlado por CNC y, por tanto, no se tienen que describir con más detalle.

Cuando se mecaniza la pieza de trabajo con forma de barra según el principio del rectificado no redondo, existe –a
 60 diferencia del rectificado de superficie planas– un contacto lineal entre la muela de rectificado y la pieza de trabajo. Por ello está mejorado el suministro de refrigerante y se consigue una mayor tasa de desprendimiento de virutas por unidad de tiempo, de tal manera que se acorta considerablemente el tiempo de mecanizado.

Con el rectificado circunferencial controlado por CNC se pueden rectificar previamente y de forma final piezas de
 65 trabajo con forma de barra con diferentes cortes transversales, es decir, cortes transversales sencillos cuadrados o rectangulares con cantos longitudinales redondeados o biseles planos en los cantos longitudinales hasta cortes transversales prismáticos o incluso cortes transversales con líneas de delimitación curvadas de diferente modo hasta formas mixtas de todo esto. Con la posibilidad sencilla de rectificar de una vez lados longitudinales planos con

cantos interrumpidos o redondeados, sin embargo, también cortes transversales con contornos curvados de forma continua, se evitan los problemas de la formación de rebabas como consecuencia de un rectificado plano. Una selección de las posibilidades está resumida en la Figura 1 del ejemplo de realización.

5 Cuando se realiza el rectificado circunferencial a través de una muela de rectificado perfilada que cubre toda la longitud de la pieza de trabajo con forma de barra, también se puede diseñar de diferente modo el contorno longitudinal de la pieza de trabajo. Están resumidos ejemplos de esto en la Figura 2 del ejemplo de realización. A este contorno longitudinal diferente pertenecen también biseles y redondeces del lado frontal.

10 Con la separación de las mordazas de sujeción después del rectificado final se deshace la segunda fijación y la pieza de trabajo terminada con forma de barra, a su vez, está sujeta y sostenida por las mordazas de sujeción de la primera fijación en el equipo de sostén. El equipo de sostén se hace avanzar de forma sincronizada, es decir, se gira una magnitud angular α predeterminada por la cantidad de los puntos de sujeción (al menos 3, preferentemente 4, 5 o 6) y lleva la pieza de trabajo terminada a una posición de descarga, donde se transfiere a un equipo de descarga.

15 En comparación con el procedimiento conocido por el documento DE 2006 007 055 A1, la diferencia decisiva consiste en que la primera y segunda posición de mecanizado, a las que el equipo de sostén móvil suministra sucesivamente las piezas de trabajo con forma de barra contiene, respectivamente, al menos una primera y una segunda muela de rectificado en una disposición en tándem tal, que la al menos una primera muela de rectificado superior de la primera posición del mecanizado llega a encaje de rectificado delante de la segunda muela de rectificado de la segunda posición de mecanizado.

20 Por el hecho de que en una pieza de trabajo se llevan a cabo sucesivamente dos mecanizados de rectificado, teniéndose que aproximar las dos muelas de rectificado solo tramos reducidos en dirección X y teniéndose que retirar de la pieza de trabajo, se obtiene un considerable ahorro de tiempo con respecto al mecanizado según el procedimiento descrito en el documento DE 10 2006 007 055 A1. Este ahorro de tiempo puede ascender a más del 30% al 50% de toda la duración de ciclo para el mecanizado de rectificado de una pieza de trabajo. El ahorro de tiempo se obtiene incluso debido a que se suprimen por completo los tiempos relativamente largos para el pivotado al interior y al exterior de los husillos portamuela con respecto a la región de mecanizado, ya que, de acuerdo con la invención, ambos husillos portamuela se encuentran en una disposición en tándem constantemente en proximidad directa a la región de mecanizado correspondiente. Dentro de un campo estrechamente delimitado, los husillos portamuela y las muelas de rectificado dispuestos de forma conjunta en un cabezal de husillo ejecutan solo un movimiento en dirección X. En lugar del pivotado complejo de los husillos portamuela según el estado de la técnica, se tiene que transportar solamente la pieza de trabajo de una primera posición de mecanizado con una primera muela de rectificado a una segunda posición de mecanizado con una segunda muela de rectificado, lo que puede ocurrir muy rápidamente. Además, en el equipo de sostén que presenta varios puntos de sujeción pueden sujetarse al mismo tiempo varias piezas de trabajo y suministrarse de forma sincronizada a la región de rectificado. De estas piezas de trabajo se mecanizan respectivamente dos en cada ciclo de movimiento del equipo de sostén, experimentando una en la primera posición de mecanizado un mecanizado final de ambos lados frontales y terminándose de rectificar otra pieza en una segunda posición de mecanizado. Por ello se acelera notablemente el rendimiento.

45 Se puede dar otra aceleración debido a que se rectifican ambas piezas de trabajo en las posiciones de mecanizado al menos temporalmente de forma simultánea, lo que es posible sin más para determinados contornos externos de las piezas de trabajo. Se puede conseguir al menos un mecanizado simultáneo de dos piezas de trabajo durante periodos de tiempo más cortos en el ciclo de mecanizado, por ejemplo, de tal manera que el rectificado final de los lados frontales en la primera posición de mecanizado se solape en el tiempo con el comienzo del rectificado no redondo en la segunda posición de mecanizado. Estas considerables ventajas con respecto al estado de la técnica se obtienen, de forma particular, gracias a la disposición en tándem de los dos husillos portamuela en un cabezal de husillo portamuela, que se pueden conseguir incluso con el uso de otros dispositivos de transporte y sujeción que los descritos en el presente documento.

50 En la reivindicación 2 están indicadas particularidades ventajosas con respecto al primer proceso de rectificado, el rectificado plano doble de los lados frontales. Para esto, la pieza de trabajo fijada en el equipo de sostén se acerca hasta la primera muela de rectificado que, como "muela de rectificado doble", puede estar compuesta de dos muelas de rectificado individuales, lo que ocurre mediante giro del equipo de sostén en una magnitud angular α predefinida. El proceso del propio rectificado plano se realiza mediante traslación de la primera muela de rectificado alojada de forma habitual en un primer husillo portamuela. Para el mecanizado, la primera muela de rectificado rotatoria, la muela de rectificado doble, se puede trasladar en la dirección del eje X. Las dos muelas de rectificado de la muela de rectificado doble rodean durante el proceso de rectificado a la pieza de trabajo con forma de barra que, a este respecto, tiene un recorrido en su dirección longitudinal en paralelo con respecto al eje de rotación de la primera muela de rectificado. En lo sucesivo se usan de forma sinónima las expresiones "primeras muelas de rectificado", "primera muela de rectificado" y "muela de rectificado doble", ya que solo es importante que la muela de rectificado que se quiere decir con esto presente dos forros de rectificado, con los que se puedan rectificar al mismo tiempo ambos lados frontales de la pieza de trabajo. Esto se cumple también para la comprensión de las reivindicaciones.

Como alternativa, el rectificado plano doble de los lados frontales de la pieza de trabajo también se puede realizar de tal modo que el equipo de sostén que soporta de forma fijada la pieza de trabajo se mueve en el sentido de una aproximación con respecto al primera muela de rectificado, la muela de rectificado doble. Este movimiento se realiza en el caso de un equipo de sostén giratorio, por ejemplo, en forma de un disco de sincronización, preferentemente como rotación. El movimiento puede estar realizado, evidentemente, también como desplazamiento lineal del equipo de sostén. Esta variante del procedimiento de acuerdo con la invención posibilita una ganancia adicional de tiempo para el ciclo de mecanizado, ya que se pueden rectificar prácticamente al mismo tiempo dos piezas de trabajo. Para esto se lleva una pieza de trabajo ya terminada de mecanizar en los lados frontales por el equipo de sostén a la segunda posición de mecanizado y desde ahí es recogida por el segundo equipo de sujeción, después de lo cual se separan las mordazas de sujeción que la han sostenido hasta ahora. Por tanto, ya no tiene ningún contacto con el equipo de sostén y puede rectificarse en los lados longitudinales –haciéndose rotar por el segundo equipo de sujeción–. Este desacoplamiento de la correspondiente pieza de trabajo del equipo de sostén permite mover el equipo de sostén que lleva otra pieza de trabajo cuyas superficies frontales se tienen que mecanizar, de tal manera que la otra pieza de trabajo llega a la región de rectificado de la primera muela de rectificado y se termina de rectificar por la misma. Este rectificado plano doble se realiza, en esta modificación del procedimiento, esencialmente de forma simultánea con el rectificado no redondo del contorno externo de la pieza de trabajo que se ha mencionado en primer lugar. En caso de que las dos muelas de rectificado estén dispuestas, de acuerdo con una forma de realización particularmente preferente según la reivindicación 3, en una disposición en tándem sobre un cabezal común de husillo portamuela, entonces forzosamente resulta que la primera muela de rectificado sigue el movimiento de la segunda muela de rectificado durante el rectificado no redondo. Sin embargo, esto no tiene importancia para el rectificado plano doble de acuerdo con la variante descrita del procedimiento, ya que el alcance del movimiento solo es escaso y el movimiento se realiza solo muy lentamente en comparación con la velocidad de rotación de la primera muela de rectificado. El resultado de rectificado de la primera muela de rectificado por ello no se ve alterado.

No obstante, el procedimiento también se puede conducir en este punto de tal manera que la pieza de trabajo permanezca estacionaria en su posición y que se pueda trasladar la primera muela de rectificado en dirección longitudinal y transversal con respecto a la pieza de trabajo. La traslación de la muela de rectificado en dirección longitudinal sirve, preferentemente, para ajustar las muelas de rectificado con respecto a la pieza de trabajo o con respecto a la posición de la segunda muela de rectificado para mecanizar el contorno externo.

El perfeccionamiento de acuerdo con la reivindicación 3 indica una posibilidad ventajosa de cómo puede convertirse el primer subproceso del rectificado plano en el segundo subproceso del rectificado circunferencial. Para esto se elige la solución de alojar la primera muela de rectificado, por un lado, y al menos una segunda muela de rectificado, por otro lado, con los husillos portamuela correspondientes sobre un cabezal común de husillo portamuela que se puede desplazar en dirección X. Mediante pivotado del equipo de sostén se suministran las piezas de trabajo individuales sucesivamente en primer lugar a la región de acción de la primera muela de rectificado y, a continuación, a la segunda muela de rectificado. Para el movimiento de aproximación requerido durante el rectificado en dirección del eje X, el cabezal común de husillo portamuela se traslada de forma controlada en dirección del eje X.

Con la separación de las mordazas de sujeción después del rectificado final queda suprimida la segunda fijación y la pieza de trabajo terminada con forma de barra se transfiere nuevamente al equipo de sostén. Se lleva por el mismo durante el siguiente ciclo de trabajo mediante un giro correspondiente a una posición de descarga, donde puede ser recibida por un equipo de descarga.

Según la realización 7, ventajosamente están integrados sensores en los dispositivos de agarre de carga del dispositivo de sostén, con los que se puede establecer la sobremedida de rectificado de las piezas de trabajo sujetas individuales. Los valores obtenidos de este modo se transfieren al equipo de control de la rectificadora y se tienen en cuenta por la misma para el establecimiento del desarrollo del rectificado circunferencial. También por ello se puede dar una aceleración del mecanizado.

Ya que durante el rectificado no redondo del contorno externo de las piezas de trabajo pueden aparecer considerables presiones transversalmente con respecto al eje longitudinal de la pieza de trabajo, que conducen a un doblamiento de la pieza de trabajo, el procedimiento de acuerdo con la invención se complementa según la reivindicación 8 en el sentido de que se prevé una luneta para el apoyo de la pieza de trabajo contra doblamiento debido a fuerzas transversales. Estas lunetas, de las cuales respectivamente una está asignada a un dispositivo de agarre de carga, es decir, un punto de sujeción para la pieza de trabajo, están montadas en el equipo de sostén junto con los dispositivos de agarre de carga. Las lunetas se pueden aproximar sobre el equipo de sostén con respecto a la posición de la pieza de trabajo o se pueden alejar de esta posición y se utilizan solo en la segunda posición de mecanizado para el rectificado del contorno externo con la segunda muela de rectificado. Su utilización se realiza del siguiente modo, de acuerdo con la reivindicación 8: después de que se haya recibido la pieza de trabajo en la segunda posición de mecanizado por las mordazas de sujeción y esté sujeta, se abren las mordazas del dispositivo de agarre de carga, de tal manera que la pieza de trabajo puede rotar libremente y la segunda muela de rectificado tiene espacio libre para el mecanizado. En este estado se rectifican de forma redonda en primer lugar los cantos laterales de la pieza de trabajo hasta la dimensión final, lo que significa que, con ello, quedan

establecidos los mayores diámetros de la pieza de trabajo terminada. Después de esto se aproxima la luneta a la pieza de trabajo hasta que se aplique al menos puntualmente a la pieza de trabajo y, de este modo, respalde la misma contra fuerzas transversales. El movimiento de la luneta se realiza, preferentemente, a través de medios de graduación hidráulicos o neumáticos que son conocidos por el experto. La luneta presenta, en su lado de engranaje con la pieza de trabajo, una escotadura preferentemente con forma de semicírculo en el corte transversal, que está adaptada al mayor diámetro mencionado de la pieza de trabajo terminada de mecanizar. De este modo se consigue que durante la rotación de la pieza de trabajo en la luneta, al menos una región en el perímetro de la pieza de trabajo esté en contacto con la luneta, de tal manera que la misma puede desplegar su efecto de apoyo en todas las fases de la rotación. Con la luneta aplicada se realiza entonces el mecanizado final de las superficies externas de la pieza de trabajo, cuyo mecanizado de rectificado con ello queda finalizado. Después de esto se aleja la luneta de la pieza de trabajo, los dispositivos de agarre de carga del equipo de sostén agarran y sujetan nuevamente la pieza de trabajo, después de lo cual se separan las mordazas de sujeción de los cabezales de husillo de herramienta y dejan libres los mismos para el transporte a través del equipo de sostén. Después, el equipo de sostén se gira nuevamente el ángulo α en el marco de un nuevo ciclo de trabajo, por lo que se aleja la pieza de trabajo terminada de la segunda región de mecanizado y se suministra, finalmente, a un equipo de descarga. El último se alcanza, dependiendo de la cantidad de los puntos de sujeción sobre el equipo de sostén y la disposición de la estación de descarga con respecto al equipo de sostén, eventualmente, solo después de otros ciclos de trabajo.

En la reivindicación 9 está indicada una variante de este procedimiento, de acuerdo con la cual se rectifican los cantos laterales solo hasta aproximadamente la dimensión final. En el presente documento, por "aproximadamente" se tiene que entender que se tienen que rectificar ya solo centésimas de milímetros, por ejemplo, de 1 a 3 centésimas de mm, hasta la dimensión final. Entonces, tal como se ha descrito en el procedimiento según la reivindicación 8, la luneta se aplica en la pieza de trabajo y la misma se rectifica asimismo hasta aproximadamente la dimensión final. Después se retira la luneta y todo el contorno externo se rectifica hasta la dimensión final. Ya que para esto se necesita solo una retirada muy reducida, se requiere solo una presión de rectificado reducida, por lo que no se ve alterada la precisión del rectificado.

A continuación, también existe la posibilidad de que la luneta esté controlada de tal manera que no se tenga que retirar para el rectificado final de la sobremedida restante y la pieza de trabajo queda apoyada entonces hasta alcanzar la dimensión final.

Gracias a la utilización de la luneta se pueden conseguir no solo exactitudes aumentadas con piezas de trabajo delgadas largas, sino que también se puede trabajar con una mayor tasa de desprendimiento de virutas por unidad de tiempo durante el rectificado, lo que disminuye, a su vez, el tiempo de rectificado en la pieza de trabajo.

Los procedimientos de acuerdo con las reivindicaciones 8 y 9 son particularmente adecuados para formas de corte transversal de pieza de trabajo como las mostradas en la Figura 1 (a excepción de la Figura 1g). Para tales piezas de trabajo con contornos y cortes transversales que presentan simetrías esencialmente regulares se puede aumentar claramente la precisión de la producción.

Como ya se ha indicado al principio, la invención se refiere también a una rectificadora de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 10, tal como se conoce por el documento EP-A-0 522 272. Este se refiere a una rectificadora de roscas, es decir, está destinada al rectificado de piezas de trabajo con simetría de rotación. A este respecto está prevista una mesa de rectificado trasladable, sobre la que están dispuestos un cabezal fijo portapieza y un cabezal móvil. La pieza de trabajo se fija entre los mismos y se hace rotar alrededor de su eje longitudinal. La dirección del movimiento de la mesa de rectificado coincide con la dirección del eje de rotación y longitudinal de la pieza de trabajo. Durante el rectificado, la pieza de trabajo se pasa al lado de dos o tres muelas de rectificado que se encuentran separadas unas de otras, que están destinadas a diferentes operaciones de rectificado y que se pueden aproximar perpendicularmente con respecto a la pieza de trabajo. Las muelas de rectificado se pueden encontrar en husillos portamuela que se pueden aproximar de forma independiente entre sí, que están dispuestos con ejes de rotación que tienen un recorrido paralelo sobre un cabezal común de husillo portamuela, que se denomina ahí "carro de elevación". Por ello se realiza una disposición en tándem con husillos portamuela que se encuentran unos al lado de otros horizontalmente. El cabezal de husillo portamuela puede trasladarse solo en una dirección paralela con respecto al eje de rotación y longitudinal de la pieza de trabajo. Sin embargo, también pueden estar alojadas dos muelas de rectificado con un eje de rotación común en un único husillo portamuela. De este modo, en una pieza de trabajo individual se pueden llevar a cabo distintas operaciones de rectificado, sin que se tenga que cambiar la sujeción. Sin embargo, para la transición de una operación de rectificado a otra, la pieza de trabajo se tiene que trasladar lateralmente y se puede rectificar siempre solo una única pieza de trabajo en su sujeción no modificada. Por ello, el tiempo de mecanizado es demasiado largo.

Por tanto, existe el objetivo de diseñar la rectificadora del tipo que se ha mencionado de tal manera que se acorte el tiempo de rectificado y que se consiga una fabricación económica en masa de piezas de trabajo redondas y/o no redondas junto con un resultado de rectificado muy bueno; particularmente, por ello se debe crear una rectificadora con la que se pueda llevar a cabo el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9.

La solución de este objetivo se consigue con una rectificadora que presenta la totalidad de las características de la reivindicación 10.

5 La particularidad de esta rectificadora radica en que están montados dos husillos portamuela con ejes de rotación paralelos sobre un cabezal de husillo portamuela en una "disposición en tándem", estando dispuestos los dos husillos portamuela no solo uno al lado del otro, sino también uno sobre otro y con ejes de husillo paralelos dispuestos de forma fija entre sí y pudiéndose mover de forma conjunta a través del cabezal de husillo portamuela en una dirección perpendicular con respecto al eje longitudinal de las piezas de trabajo. La expresión "disposición en tándem" hace referencia al tipo de disposición de los husillos portamuela o muelas de rectificado y quiere expresar
10 que las muelas de rectificado de ambos husillos portamuela pueden llevar a cabo, al menos temporalmente, al mismo tiempo un mecanizado en dos piezas de trabajo, para lo que, sin embargo, se requiere solo un mecanismo de avance. Esta característica diferencia esta disposición de manera fundamental de la rectificadora conocida de acuerdo con el documento EP-A-0 522 272 y también de las disposiciones conocidas con dos husillos portamuela sobre un cabezal de husillo portamuela, en las que los husillos portamuela individuales se encajan mediante
15 pivotado de partes del cabezal de husillo portamuela alrededor de un eje de giro con una única pieza de trabajo. El pivotado que requiere tiempo de los husillos portamuela se omite por completo en la disposición en tándem. La necesidad de tiempo para acercar las piezas de trabajo de un punto de mecanizado al otro, por tanto, es reducida en la rectificadora de acuerdo con la invención, sobre todo ya que en las rectificadoras conocidas, por ejemplo, según el documento DE 10 2006 007 055 A1, se tiene que llevar la pieza de trabajo a la posición de mecanizado y volver a
20 extraer de la misma.

La rectificadora según la reivindicación 10 ofrece, además, la ventaja de que se transportan y mecanizan respectivamente varias piezas de trabajo con forma de barra al mismo tiempo a través de la máquina que, a este respecto, se rectifican de forma plana en la primera posición de sujeción en los lados frontales y se mecanizan en la
25 segunda posición de sujeción en los lados longitudinales mediante rectificado circunferencial. Después de atravesar la rectificadora, las piezas de trabajo con forma de barra se han terminado de rectificar. Los tiempos de manejo están reducidos a un mínimo.

Según la reivindicación 11 es particularmente ventajoso que el equipo de sostén para las piezas de trabajo, que
30 sirve tanto para la sujeción de las piezas de trabajo como para su transporte a las posiciones de mecanizado y a través de la rectificadora de un equipo de carga a uno de descarga, esté configurado como un disco de sincronización. El disco de sincronización configurado preferentemente como placa circular es giratorio alrededor de un eje horizontal y lleva puntos de sujeción dispuestos en la periferia o en el borde exterior, que están configurados preferentemente como dispositivos de agarre de carga con dos mordazas de dispositivo de agarre que se pueden
35 acercar y alejar una con respecto a otra. Los puntos de sujeción, de los cuales existen al menos tres, preferentemente 4, 5 o 6, se encuentran con separación iguales en el perímetro del disco de sincronización. Están dispuestos, dependiendo de la cantidad, en un ángulo de giro α entre los mismos, que se obtiene como 360° dividido por la cantidad de los puntos de sujeción. Durante el funcionamiento existe una sincronización del disco de sincronización en un giro de ángulo α . En este caso se transfiere preferentemente al menos una pieza en bruto de
40 pieza de trabajo de la posición de carga a la primera posición de mecanizado, una pieza de trabajo terminada de rectificar en los lados frontales se lleva a la segunda posición de mecanizado y una pieza de trabajo terminada por completo de rectificar se extrae de la región de mecanizado de la rectificadora.

Están indicadas otras configuraciones de la rectificadora según las reivindicaciones 10 y 11 en las reivindicaciones
45 dependientes 12 a 27.

Las reivindicaciones 23 y 24 están dirigidas a que la segunda muela de rectificado de las rectificadoras de acuerdo con la invención esté adaptada al contorno longitudinal de la pieza de trabajo terminada con forma de barra y también puede comprender sus biseles del lado frontal. El mecanizado de las superficies laterales de la pieza de
50 trabajo mediante el rectificado circunferencial controlado numéricamente según el principio de la interpolación C-X posibilita que se rectifiquen radios de redondez o biseles en los cantos sin prolongación de la duración del ciclo junto con las superficies laterales. Esto se cumple también para los biseles del lado frontal cuando el contorno de la muela de rectificado está perfilado correspondientemente. Los biseles del lado frontal se rectifican en la misma fijación en un trazado de contorno simultáneamente con las superficies laterales y con los biseles que tienen un recorrido
55 longitudinal o los radios de redondez. Se suprime un recambio. El proceso es, en su totalidad, considerablemente más sencillo y se puede dominar de forma más segura con respecto a los datos geométricos requeridos (tolerancias dimensional; de forma y de ubicación). Se fija no solo el tiempo de mecanizado, sino que se evita particularmente también el riesgo de imprecisiones asociado al recambio. A esto se añade también que el contorno de las muelas de rectificado durante el reavivado se puede ajustar con una precisión que se encuentra en el intervalo de μm . Con ello se obtienen biseles del lado frontal que tienen, a lo largo de toda su longitud y entre sí, siempre exactamente la
60 misma anchura. También en este aspecto, por tanto, mediante la invención se mejora a la vez que la rapidez del mecanizado también la precisión del resultado. Además, también es posible utilizar muelas de rectificado perfiladas correspondientemente, por ejemplo, revestidas galvánicamente, que no se tienen que reavivar.

La reivindicación 12 se refiere a la configuración ventajosa y preferente del accionamiento del disco de sincronización, que se puede accionar tanto en dirección hacia adelante como en la dirección opuesta hacia atrás.

Por ello es posible conseguir un uso de rectificado esencialmente simultaneo de ambas muelas de rectificado en, respectivamente, una pieza de trabajo, lo que conduce a una duración de ciclo particularmente corta para el mecanizado completo de las piezas de trabajo, como está explicado a continuación mediante las Figuras 10 y 11.

5 La rectificadora de acuerdo con la invención trabaja con elementos de base que han dado buen resultado de la técnica moderna del rectificado que, sin embargo, están asociados entre sí mediante un sistema inteligente de transporte y sujeción de una forma nueva. La estructura de la rectificadora sigue siendo sencilla. La carga de la rectificadora se puede realizar con una célula de carga a través de un orificio de carga, de tal manera que es posible, por ejemplo, la denominada "solución de ojo de cerradura", en la que se suministran las piezas de trabajo. En este caso también son posibles otras realizaciones de sistemas de traslación para el suministro y la salida de las piezas de trabajo hacia y del equipo de sostén.

15 Con las rectificadoras de acuerdo con la invención también se pueden fabricar económicamente menores tamaños de lote, debido a que están preparados para llevar a cabo en un determinado tipo de pieza de trabajo un mecanizado completo. Por tanto, existe una elevada flexibilidad de número de piezas. Particularmente gracias al rectificado circunferencial controlado numéricamente según el principio de la interpolación C-X, también se da una elevada flexibilidad de tipos; los tiempos de equipamiento durante el reajuste a otra forma de corte transversal de las piezas de trabajo con forma barra pueden ser muy cortos. Por ejemplo, es posible llevar a cabo en una pieza de trabajo con forma de barra con corte transversal cuadrado el reajuste de cantos longitudinales interrumpidos por biseles a cantos longitudinales redondeados en el intervalo de 3 minutos, debido a que el reajuste se realiza solamente gracias al programa de piezas para la pieza de trabajo a generar. A este respecto, también el bisel se adapta junto con el corte transversal.

25 La invención se explica con más detalle a continuación mediante ejemplos de realización representados en los dibujos. Las figuras muestran lo siguiente:

La Figura 1 reproduce distintos cortes transversales no redondos de piezas de trabajo con forma de barra que se deben rectificar de acuerdo con la invención.

30 La Figura 2 muestra diferentes contornos longitudinales que puede tener la pieza de trabajo con forma de barra a rectificar.

35 La Figura 3 es una vista desde arriba sobre una forma de realización de una rectificadora para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención.

La Figura 4 muestra una vista lateral esquematizada de una rectificadora de acuerdo con la invención a la altura del equipo de sostén visto en la dirección Z.

40 La Figura 5A muestra la ubicación relativa de la primera y de la segunda muela de rectificado así como las respectivas posiciones de mecanizado de dos piezas de trabajo.

45 La Figura 5B muestra la ubicación relativa de la primera y la segunda muela de rectificado así como la respectiva posición de mecanizado de dos piezas de trabajo, estando encajadas ambas muelas de rectificado al menos parcialmente de forma simultánea con la pieza de trabajo.

La Figura 6 muestra un corte transversal parcial a través de una muela de rectificado doble con forro de rectificado de desbastado y alisado así como una pieza de trabajo a mecanizar.

50 La Figura 7 muestra una vista detallada de una segunda muela de rectificado encajada con una pieza de trabajo sujeta entre mordazas rotatorias.

La Figura 8 muestra una vista detallada de una pieza de trabajo en la posición de mecanizado para el contorno externo, que está apoyada mediante una luneta.

55 La Figura 9 muestra una vista superior sobre la disposición según la Figura 8 en un corte.

La Figura 10 muestra una primera fase del mecanizado aproximadamente al mismo tiempo de dos piezas de trabajo.

60 La Figura 11 muestra otra fase de la realización del procedimiento según la Figura 10.

65 La Figura 1 transmite a modo de ejemplo una impresión de la forma que pueden tener los cortes transversales de la pieza de trabajo 1 con forma de barra a rectificar. En la forma más sencilla, la pieza de trabajo 1 con forma de barra es una barra con forma de ortoedro con lados frontales 2 cuadrados y lados longitudinales 3 rectangulares, que se encuentran en los cantos laterales 3a, véase las Figuras 1a a 1d. Un ámbito de aplicación preferente de tales piezas de trabajo 1 con forma de barra son los miembros de ajuste en equipos mecánicos de conmutación o ajuste. Estos

miembros de ajuste pueden tener una longitud L entre 10 y 80 mm y un corte transversal entre 2 y 15 mm; sin embargo, en este caso se trata solamente de un ejemplo. Como material de tales piezas de trabajo 1 con forma de barra se consideran diferentes metales, sin embargo, también materiales cerámicos. Dependiendo de la función deseada, el corte transversal puede diferir también de la forma del cuadrado (b) geoméricamente estricto. De este modo, los cantos longitudinales pueden estar redondeados (c) o estar provistos de biseles (d) planos. La forma cuadrada puede variarse también hasta dar un cuadrado con superficies convexas (e) o con superficies cóncavas (f). Además son posibles contornos con cortes transversales (g) limitados solamente por líneas curvadas, es decir, también contornos ovales (h) o polígonos de cualquier orden (k), en los que también se cumplen las modificaciones indicadas para el corte transversal cuadrado.

Tampoco el contorno longitudinal de la pieza de trabajo 1 con forma de barra a rectificar está fijado en absoluto en la forma geoméricamente estricta del rectángulo, tal como está representado de nuevo en la Figura 2a.

La Figura 2 muestra los lados longitudinales 3 de la pieza de trabajo 1 con forma de barra en diferentes variantes. De este modo pueden existir también en la transición a los lados frontales 2 biseles planos 2a (Figura 2b) o redondeces 2b (Figura 2c). La forma rectangular estricta se puede variar hasta dar una forma abombada (d). Además son posibles contornos longitudinales cónicos (e), sin embargo, también una forma de base rectangular con una parte media descendida (f).

La Figura 3 representa la forma de realización de acuerdo con la invención de una rectificadora, con la que es posible, partiendo de una pieza en bruto, el mecanizado completo de la pieza de trabajo 1 con forma de barra. Sobre una bancada de máquina 4 está configurada una mesa de rectificado con una pista de deslizamiento 5. El equipo de sostén 6 se puede trasladar en dirección de esta pista de deslizamiento 5. Esta capacidad de traslación sirve, particularmente, para el ajuste de la posición del equipo de sostén 6 para la adaptación a distintas piezas de trabajo 1 y sus dimensiones. Apartándose de la Figura 3 también es posible que el movimiento de desplazamiento de las muelas de rectificado 14, 15 con respecto a la pieza de trabajo 1 en dirección del eje Z como solución de carro cruzado puede estar dispuesto por debajo del eje X sobre la bancada de máquina 4.

El equipo de sostén 6 está compuesto, preferentemente, de un disco de sincronización 6b circular, que está dispuesto de forma giratoria alrededor de su punto medio en un plano perpendicular con respecto a la dirección Z (es decir, la dirección de la pista de deslizamiento 5). El disco de sincronización 6b está unido con una parte de zócalo 6a con la pista de deslizamiento 5 y se encuentra esencialmente sobre la misma. El disco de sincronización 6b lleva en proximidad de su región perimetral varios puntos de sujeción 40 dispuestos con separaciones angulares iguales para el alojamiento de las piezas de trabajo 1, 1' a mecanizar. Los puntos de sujeción 40 están configurados, para esto, como dispositivos de agarre de carga 24 que fijan firmemente el perímetro externo de la pieza de trabajo 1 entre dos mordazas de sujeción 24a o pueden liberar el mismo mediante separación de las mordazas de sujeción 24a. La forma de las mordazas de sujeción 24a orientadas hacia la pieza de trabajo 1 de los dispositivos de agarre de carga 24 está adaptada, preferentemente, a la forma exterior de las piezas de trabajo 1 sin mecanizar para fijar las mismas de forma segura para el rectificado. Evidentemente, los dispositivos de agarre de carga 24 tienen que estar en disposición de sujetar de forma segura incluso una pieza de trabajo 1 terminada de mecanizar y no deben entrar en conflicto con las muelas de rectificado 14, 15 durante el mecanizado.

La cantidad mínima de puntos de sujeción 40 es tres, sirviendo durante el funcionamiento al menos uno (con la referencia 43) respectivamente para la carga o descarga de las piezas de trabajo 1 y encontrándose los otros dos en, respectivamente, una posición de mecanizado 41, 42 de las primeras y segundas muelas de rectificado 14, 15. Sin embargo, preferentemente, se prevén más de tres puntos de sujeción 40, tal como está mostrado en la Figura 4, donde están presentes seis de los mismos. Por ello se pueden separar también unas de otras las regiones de carga y descarga. Sin embargo, se prefiere que la carga y descarga de las piezas de trabajo se realice en la misma posición de carga y descarga 43, debido a que por ello se necesita el menor espacio. Para esto, naturalmente, se pueden concebir equipos de carga y descarga discrecionales que son conocidos por el experto. Independientemente de la cantidad de los puntos de sujeción 40, sin embargo, siempre como mucho dos piezas de trabajo 1, 1' están mecanizándose, ya que de acuerdo con la invención están presentes solo dos husillos portamuela 12, 13, sin embargo, la primera muela de rectificado 14 puede estar equipada con dos muelas de rectificado 14a, 14b individuales.

A ambos lados del equipo de sostén 6 se encuentran los cabezales fijos portapieza 7a y 7b que también se pueden trasladar sobre la pista de deslizamiento 5. Los cabezales fijos portapieza 7a, 7b se pueden trasladar individualmente o de forma conjunta. En los cabezales fijos portapieza 7a, 7b están alojadas las mordazas de sujeción 8a, 8b, que se pueden accionar para rotar. A este respecto está previsto un control mediante el cual las dos mordazas de sujeción 8a, 8b que se encuentran equiaxialmente con separación entre sí se giran de forma estrictamente sincrónica y de forma equifásica.

En sus extremos exteriores, las mordazas de sujeción 8a, 8b llevan respectivamente un forro de fricción 9a, 9b con el que las mordazas de sujeción 8a, 8b se pueden presionar contra los lados frontales 2 de la pieza de trabajo 1 con forma de barra para fijar la misma, para esto compárese también con la Figura 7. Los forros de fricción 9a, 9b de las mordazas de sujeción 8a, 8b están compuestos de un material muy resistente a desgaste, por ejemplo, metal duro,

por ello disminuye su desgaste.

De forma estrictamente perpendicular a la mesa de rectificado con la pista de deslizamiento 5 y a la dirección de desplazamiento lateral de los cabezales fijos portapieza 7a, 7b y/o sus mordazas de sujeción 8a, 8b se puede desplazar un cabezal de husillo portamuela 10 en dirección X, es decir, perpendicularmente con respecto a la pista de deslizamiento 5. El cabezal de husillo portamuela 10 lleva dos husillos portamuela 12 y 13, que están dispuestos de forma desplazada entre sí en altura y con respecto a la separación horizontal de la pista de deslizamiento 5, tal como está representado en la Figura 4. El primer husillo portamuela 12 lleva dos primeras muelas de rectificado 14a, 14b, mientras que el segundo husillo portamuela 13 está provisto de la segunda muela de rectificado 15. Los husillos portamuela 12 y 13 accionan las muelas de rectificado 14a, b y 15 correspondientes para girar alrededor de sus ejes de rotación 14c y 15a.

En la indicación habitual de la técnica de rectificado, la pista de deslizamiento 5 con la dirección de desplazamiento lateral del equipo de sostén 6 móvil y los cabezales fijos portapieza 7a, 7b definen el eje Z. El eje común de giro y accionamiento 30 de las mordazas de sujeción 8a, 8b forma el eje de giro C, mientras que la dirección de desplazamiento que tiene un recorrido perpendicular con respecto al eje Z y el eje C del cabezal de husillo portamuela 10 es el eje X.

De la Figura 6 se obtienen particularidades de una primera muela de rectificado 14, la muela de rectificado doble 14, prevista en una disposición gemelar de dos muelas de rectificado 14a, 14b individuales. Los dos muelas de rectificado 14a, 14b están dispuestas sobre el eje de rotación 14c común del primer husillo portamuela 12 con una separación axial D, que está definida por el disco de distancia 17. Cada muela de rectificado 14a, 14b está compuesta de un cuerpo de base 18a, 18b. Los dos lados anchos 19a, 19b orientados uno hacia otro de los cuerpos de base 18a, 18b presentan en su región perimetral exterior respectivamente una cavidad 20a, 20b, en la que se encuentra una zona anular exterior 21a, 21b con un forro de desbastado y una zona anular interior 22a, 22b con un forro de alisado. Los dos forros 21 a, 21 b y 22a, 22b forman cuerpos anulares en el interior de las cavidades 20a, 20b. A este respecto, las zonas anulares exteriores 21a, 21 b con el forro de desbastado tienen una forma que se ensancha cónicamente hacia el exterior.

Ya que en las demás figuras no se pueden observar particularidades la disposición gemelar, sin tener en cuenta la Figura 6 en toda la solicitud se conserva la referencia 14 como determinante para la primera muela de rectificado.

La Figura 5A aclara la disposición de las dos muelas de rectificado 14, 15 y, por tanto, de los ejes 14c y 15a de los husillos portamuela 12, 13 correspondientes en relación entre sí y con respecto al equipo de sostén 6 con las piezas de trabajo 1. Se trata de una vista lateral en dirección Z. En el momento mostrado, la primera muela de rectificado 14 ya ha finalizado el mecanizado de los lados frontales 2 de la pieza de trabajo 1 y mediante traslación en dirección X ha alcanzado una posición, en la que los dos forros de rectificado de la muela de rectificado doble ya no están encajados con la pieza de trabajo 1. En este caso, la pieza de trabajo 1, cuyo contorno externo todavía no está mecanizado, todavía es sostenida por el dispositivo de agarre de carga 24 del punto de sujeción.

La segunda muela de rectificado 15 comienza a ponerse en contacto en ese momento con otra pieza de trabajo 1, cuyos lados frontales 2 se han terminado de mecanizar en un ciclo anterior por la primera muela de rectificado 14. La pieza de trabajo 1 se sujeta mediante mordazas de sujeción 8a, 8b, no mostradas, en dirección longitudinal y se hace rotar mediante los accionamientos correspondientes de los dos cabezales fijos portapieza 7a, 7b no mostrados de forma sincrónica alrededor de la dirección C. Las mordazas de sujeción 24a del dispositivo de agarre de carga 24 quedan liberadas de la pieza de trabajo 1 después de que la pieza de trabajo 1 se haya agarrado y sujeto por las mordazas de sujeción 8a, 8b.

En la Figura 5B está representada una variante de esto, en la que la primera muela de rectificado 14 todavía se encuentra en encaje de mecanizado con los lados frontales 2 de una de las piezas de trabajo 1, mientras que la segunda muela de rectificado 15 comienza en ese momento con el rectificado del contorno externo. En una disposición de este tipo que se basa, esencialmente, en una separación horizontal menor de los dos ejes 14c y 15a de los husillos portamuela 12, 13, por tanto, tiene lugar un mecanizado solapado en el tiempo al menos parcialmente de dos piezas de trabajo 1 distintas. Esto conduce a una reducción adicional de la duración de ciclo y, por tanto, a una productividad aumentada.

En el equipo de sostén 6, en cada punto de sujeción 40 están dispuestas dos mordazas de sujeción 24a de un dispositivo de agarre de carga 24 de forma diametral una con respecto a otra y están controladas de forma móvil en sentido opuesto entre sí. Con sus mordazas de sujeción 24a, los dispositivos de agarre de carga 24 están adaptados al corte transversal de la pieza de trabajo 1 con forma de barra. En la posición de carga 43 de la Figura 4, las mordazas de sujeción 24a del dispositivo de agarre de carga 24 están separadas. En la posición 41, las mordazas de sujeción 24a del dispositivo de agarre de carga 24 han agarrado la pieza de trabajo 1 con forma de barra y se colocan con compensación a ambos lados contra la misma. Este tipo de agarre y sujeción tiene la ventaja de que durante el agarre y la sujeción de la pieza de trabajo 1 con forma de barra, su centro longitudinal permanece, incluso con un grado de rectificado diferente de las piezas de trabajo 1, siempre en el mismo plano horizontal. A diferencia de un soporte rígido para la pieza de trabajo, por tanto, la sobremedida de rectificado ya no tiene influencia sobre la

ubicación del centro de la pieza de trabajo. Durante el rectificado circunferencial posterior se retira uniformemente la sobremedida. Como muestra la posición 41 de la Figura 4, el equipo de sostén 6 puede acercar la pieza de trabajo 1 con forma de barra fijada hasta cerca de la primera muela de rectificado 14.

5 A continuación se describe con detalle el desarrollo de un proceso de rectificado en una rectificadora de acuerdo con la Figura 4.

10 La pieza en bruto de la pieza de trabajo 1 con forma de barra se transfiere por un sistema de transporte habitual al equipo de sostén 6 a un punto de sujeción 40 en la posición de carga 43. Allí se fija de forma céntrica la pieza de trabajo 1, como ya se ha descrito, mediante las mordazas de sujeción 24a del dispositivo de agarre de carga 24, compárese con la primera posición del mecanizado 41 de la Figura 4. Después, el equipo de sostén 6 gira el disco de sincronización 6b el ángulo α y hace avanzar la pieza de trabajo 1 hasta la región de acción de la primera muela de rectificado 14. En esta primera fijación, visible en la Figura 4, en la primera posición de mecanizado 41 se desarrolla el rectificado plano doble simultáneo de los dos lados frontales 2 en la pieza de trabajo 1 con forma de barra. Para esto, el cabezal de husillo portamuela 10 avanza en dirección del eje X con respecto a la pieza de trabajo 1 con forma de barra, compárese con la Figura 4. Las zonas anulares exteriores 21a, 21b con el forro de desbastado (véase la Figura 6) rectifican de forma previa, respectivamente, un lado frontal 2 de la pieza de trabajo 1 con forma de barra. Después, las zonas anulares interiores 22a, 22b con el forro de alisado pasan, respectivamente, rozando sobre un lado frontal 2, de tal manera que los lados frontales 2 quedan rectificadas de forma final.

15 20 A continuación, el cabezal de husillo portamuela 10 avanza adicionalmente en dirección X, por lo que la segunda muela de rectificado 15 encaja con la superficie de otra pieza de trabajo 1 que está sostenida por los dos cabezales fijos portapieza 7a, 7b y se encuentra en la segunda posición de mecanizado 42. Después de la finalización del mecanizado superficial de esta pieza de trabajo 1, entonces, el cabezal de husillo portamuela 10 regresa en dirección del eje X a su posición inicial, de tal manera que todas las muelas de rectificado 14, 15 están desencajadas de las piezas de trabajo 1. Después, el disco de sincronización 6b del equipo de sostén 6 se continúa girando el grado angular α predeterminado por la cantidad de los puntos de sujeción 40 y comienza un nuevo ciclo de trabajo. Este comienzo consiste en que se lleva una pieza de trabajo 1 todavía sin mecanizar a la región de mecanizado del primer husillo portamuela 12 y una pieza de trabajo 1 terminada de rectificar en este punto ya en los lados frontales 2 se traslada a la región de mecanizado de la segunda muela de rectificado 15. La pieza de trabajo 1 con forma de barra se encuentra entonces en la región del eje común de giro y accionamiento 30 de las dos mordazas de sujeción 8a, 8b. Allí, esta pieza se agarra y sujeta por un movimiento de acercamiento de las mordazas de sujeción, a lo que los dispositivos de agarre de carga 24 dejan libre la pieza de trabajo 1. Entonces comienza un nuevo ciclo de rectificado al aproximarse las muelas de rectificado 14 y 15 mediante un nuevo desplazamiento de la mesa de rectificado en dirección X al equipo de sostén 6 y, con ello, a las piezas de trabajo 1. El rectificado plano se puede realizar incluso durante el recambio. Por ello se consigue una reducción adicional de la duración de ciclo, ya que durante el recambio ya se rectifica en el lado plano en la primera posición de mecanizado 41.

25 30 35 40 45 En la segunda posición de mecanizado 42, los dos cabezales fijos portapieza 7a, 7b se acercan a ambos lados a la pieza de trabajo 1 con forma de barra hasta que las mordazas de sujeción 8a, 8b con sus forros de fricción 9a, 9b hayan sujeto la pieza de trabajo 1 con forma de barra en sus lados frontales 2. Dependiendo de la realización de los cabezales fijos portapieza 7a, 7b se puede realizar, sin embargo, la fijación de la pieza de trabajo 1 con forma de barra en sus lados frontales 2 únicamente mediante las mordazas de sujeción 8a, 8b, cuando las mismas no solo se pueden accionar de forma rotatoria, sino que también se pueden trasladar axialmente. Después se separan los dispositivos de agarre de carga 24 del punto de sujeción 40 en el disco de sincronización 6b.

50 La ventaja de este tipo del recambio consiste en que la pieza de trabajo 1 ya no se tiene que agarrar entre los dos mecanizados de rectificado por separado con un manejo de carga. Por ello se puede conseguir para la sujeción entre las mordazas de sujeción 8a, 8b una precisión óptima; de hecho, ya no pueden aparecer otros errores de colocación debido a un manejo de carga. Gracias a la realización de los movimientos de las mordazas de sujeción 8a, 8b y las fuerzas de sujeción de los dispositivos de agarre de carga 24 queda asegurado que la pieza de trabajo 1 no se desplace durante el recambio en su dirección longitudinal.

55 60 La pieza de trabajo 1 con forma de barra se sujeta mediante las dos mordazas de sujeción 8a, 8b no solo en su segunda fijación, sino que se acciona por las dos mordazas de sujeción 8a, 8b también de forma controlada para girar, formando el eje común de giro y accionamiento 30 de las dos mordazas de sujeción 8a, 8b el eje C del proceso de rectificado. Naturalmente, las mordazas de sujeción 8a, 8b pueden girar la pieza de trabajo 1 con forma de barra solo cuando se encuentra fuera de los dispositivos de agarre de carga 24, por tanto, cuando queda anulada la primera posición de sujeción. Por lo demás, las Figuras 5A y 5B muestran cómo se acerca y aproxima la segunda muela de rectificado 15 en dirección del eje X al perímetro de la pieza de trabajo 1 con forma de barra.

65 La Figura 7 muestra el estado del rectificado circunferencial en la segunda fijación desde arriba, sujetando las mordazas de sujeción 8a, 8b la pieza de trabajo 1 con forma de barra y girando la misma a la vez. El eje común de giro y accionamiento 30 forma el eje C del proceso de rectificado. La segunda muela de rectificado 15 cubre con su anchura B axial la longitud L de la pieza de trabajo 1 con forma de barra.

Se realiza un rectificado circunferencial según el principio de la interpolación C-X, correspondiéndose a cada posición de giro de la pieza de trabajo 1 con forma de barra una separación determinada entre el eje C y el eje de rotación 15a de la segunda muela de rectificado en dirección del eje X. Este proceso en principio es habitual para el experto del rectificado no redondo de CNC conocido y no se tiene que explicar en el presente documento con más detalle. Como se puede observar, según este principio se pueden ejecutar los cortes transversales representados en la Figura 1 y similares. El movimiento mutuo de la pieza de trabajo 1 y de la segunda muela de rectificado 15, a este respecto, se genera mediante desplazamiento del cabezal de husillo portamuela 10 en dirección del eje X. El rectificado previo y final se puede realizar con una única segunda muela de rectificado 15.

Los diferentes contornos longitudinales representados en la Figura 2 se pueden llevar a la práctica al estar perfilado el contorno perimetral 15a de la segunda muela de rectificado 15 correspondientemente, compárese con la Figura 2d. Particularmente se pueden rectificar inicialmente también biseles 2a del lado frontal o redondeces 2b en la pieza de trabajo 1 con forma de barra en un trazado de contorno y en la misma fijación simultáneamente con el rectificado de los lados longitudinales 3. El contorno perimetral 15b de la segunda muela de rectificado 15 tiene que estar conformado para esto correspondientemente, compárese con la Figura 2b.

Como se puede ver, el equipo de sostén 6 durante la realización de acuerdo con la invención del procedimiento cumple funciones cambiantes. En primer lugar sirve de equipo de transporte que traslada las piezas de trabajo 1 con forma de barra hasta la región de acción de la primera muela de rectificado 14. Allí sirve a la vez de equipo de sujeción que garantiza la primera fijación de la pieza de trabajo 1 con forma de barra durante el rectificado de los lados frontales 2. Después, el equipo de sostén 6 sirve nuevamente de medio de traslación que transfiere la pieza de trabajo 1 con forma de barra a la región de las dos mordazas de sujeción 8a, 8b de forma correspondiente a la segunda posición de mecanizado 42 de acuerdo con la Figura 4. La fijación en la segunda fijación para llevar a cabo el rectificado circunferencial es asumida después por las mordazas de sujeción 8a, 8b. El equipo de sostén 6 continúa transportando la pieza de trabajo 1 terminada de rectificar hasta una posición de descarga, desde la cual se puede extraer por un dispositivo de descarga no representado. El punto de sujeción liberado de este modo se puede equipar entonces con una nueva pieza en bruto de pieza de trabajo, lo que se realiza, preferentemente, mediante un dispositivo de carga dispuesto en proximidad de una posición de carga 43 propia.

En las Figuras 8 y 9 está representada otra configuración de la invención, en la que los puntos de sujeción 40 individuales del disco de sincronización 6b con lunetas 50 están previstos como equipos para el apoyo de la pieza de trabajo 1 durante el mecanizado del contorno externo mediante la segunda muela de rectificado 15. Para esto está prevista sobre el disco de sincronización 6b respectivamente una pieza constructiva desplazable en dirección radial, que forma la luneta 50, que con las mordazas de sujeción 24a separadas de los dispositivos de agarre de carga 24 se puede aplicar contra la pieza de trabajo 1 sostenida por las mordazas de sujeción 8a, 8b y accionada de forma rotatoria. Esta pieza constructiva presenta, en el lado anterior orientado hacia la pieza de trabajo 1, una escotadura 51 adaptada a las dimensiones de la pieza de trabajo 1, esencialmente semicircular, como se muestra en la vista lateral según la Figura 8. Mediante el dimensionado de la escotadura 51 y la forma del contorno interno se puede conseguir que la pieza de trabajo 1 esté respaldada de forma segura durante la rotación alrededor de su eje longitudinal en dirección C al menos en la región media siempre en al menos un punto de su contorno externo. Por ello se evita un doblamiento de la pieza de trabajo 1 bajo la influencia de la presión de rectificado, de tal manera que se puede conseguir una precisión de rectificado particularmente alta y una mayor tasa de desprendimiento de virutas por unidad de tiempo.

En la Figura 9 está representada una vista superior sobre la disposición según la Figura 8, que muestra un corte transversal a través de la pieza constructiva que sirve de luneta 50. En esta representación se puede observar que el contorno interno de la pieza constructiva puede estar configurado de forma abombada, de tal manera que esencialmente puede tener lugar solo un contacto de punto o lineal de la luneta 50 con la pieza de trabajo 1 en su región media. Por ello se obtiene una mínima alteración de la rotación de la pieza de trabajo 1 y una disminución del riesgo de la formación de estrías u otros daños en la pieza de trabajo. Las referencias en las Figuras 8 y 9 tienen el mismo significado que en las figuras restantes.

Las lunetas de acuerdo con la invención se aplican por equipos de activación no mostrados en las Figuras 8 y 9, que están controlados de forma hidráulica, neumática o por equipos de ajuste eléctricos contra la pieza de trabajo 1 o se alejan de la misma, tal como está explicado exhaustivamente en relación con las reivindicaciones 8 y 9. Los movimientos necesarios de las lunetas 50 se obtienen a partir de los requisitos del procedimiento respectivamente aplicado.

El rectificado circunferencial descrito en el presente documento ofrece una ventaja particular cuando la pieza de trabajo 1 con forma de barra tiene una estructura estratificada en dirección transversal, tal como espreciado para algunos casos de aplicación. Por tanto, pueden estar previstas capas unidas firmemente de forma alterna de diferentes materiales en la pieza de trabajo 1. A diferencia del rectificado longitudinal plano, durante el rectificado circunferencial los materiales de las capas individuales no se encrasan unas con otras en la región de las superficies laterales.

La Figura 10 muestra una primera fase de la realización de acuerdo con la invención del procedimiento, en la que se realiza el rectificado plano doble de los lados frontales de la pieza de trabajo 1, 1' mediante el movimiento del equipo de sostén 6. Esta variante del procedimiento se corresponde con la segunda alternativa en la reivindicación 2, características c2). Con esta configuración del procedimiento es posible mecanizar esencialmente al mismo tiempo dos piezas de trabajo 1 y 1'. Para esto, el equipo de sujeción configurado como disco de sincronización 6b para las piezas de trabajo 1, 1' se controla y hace funcionar de tal manera que se gira tanto en dirección hacia delante, es decir, en dirección A en la Figura 4, como temporalmente en dirección hacia atrás. En la Figura 10 se muestra un estado en el desarrollo del procedimiento, en el que una primera pieza de trabajo 1 se encuentra en la segunda posición de mecanizado 42 y allí –sostenida por mordazas de sujeción 8a, 8b no mostradas (véase la Figura 7)– se rectifica en el perímetro por la segunda muela de rectificado 15. Las mordazas de sujeción 24a, que han sostenido la pieza de trabajo para el transporte y el rectificado plano doble de los lados frontales 2, en este caso están muy separadas. Como consecuencia, ya no existe ningún contacto con el disco de sincronización 6b, ya que las mordazas de sujeción 8a, 8b que se han mencionado anteriormente que sujetan la primera pieza de trabajo 1 en la segunda posición de mecanizado 42 en dirección longitudinal y que hacen rotar la misma de acuerdo con la flecha C, están dispuestas independientemente del disco de sincronización 6b. Las mordazas de sujeción 24a abiertas tampoco entran con un giro del disco de sincronización 6b que las lleva en un intervalo angular limitado en conflicto con la segunda muela de rectificado 15. Por tanto, el disco de sincronización 6b se puede mover libremente, mientras que la primera pieza de trabajo 1 se rectifica en el perímetro por la muela de rectificado 15. Otra pieza de trabajo 1' está firmemente fijada en el disco de sincronización 6b mediante las mordazas de sujeción 24b correspondientes y se encuentra justo antes del encaje con la primera muela de rectificado 14, mediante la cual se deben rectificar de forma plana los dos lados frontales 2. Esto ocurre de tal manera que se gira hacia delante el disco de sincronización 6b hasta que se haya alcanzado el estado mostrado en la Figura 11, en el que la otra pieza de trabajo 1' se ha terminado de rectificar en los lados frontales. Después, el disco de sincronización 6b se gira hacia atrás hasta que la primera pieza de trabajo 1 terminada de rectificar en la segunda posición de mecanizado 42 se pueda agarrar nuevamente por las mordazas de sujeción 24a. Esto se corresponde con el estado representado esencialmente de nuevo en la Figura 10. Después del agarre, las otras mordazas de sujeción se sueltan en la segunda posición de mecanizado 42 y la pieza de trabajo 1 ahora terminada por completo de rectificar se puede trasladar desde el disco de sincronización 6b a la posición de descarga 43 no mostrada (véase la Figura 4), lo que ocurre mediante giro del disco de sincronización 6b en la dirección hacia delante A. La otra pieza de trabajo 1', en este caso, se traslada desde la primera posición de mecanizado 41 a la segunda posición de mecanizado 42, donde se suministra a su vez al mecanizado final mediante el rectificado circunferencial de los lados longitudinales 3. A la vez avanza otra pieza de trabajo 1 o 1' desde la posición de carga no mostrada hasta la primera posición de mecanizado 41, donde queda disponible para el mecanizado de los dos lados frontales 2 mediante la primera muela de rectificado 14. Este proceso se lleva a cabo sucesivamente para todas las piezas de trabajo 1, 1' a mecanizar.

La otra pieza de trabajo 1' atraviesa durante el procedimiento descrito forzosamente varias veces la región de acción de la primera muela de rectificado 14. El primer pase se realiza de forma relativamente lenta en dirección hacia delante A para el rectificado plano doble de los dos lados frontales 2. A continuación, la otra pieza de trabajo 1' pasa una vez de vuelta a través de la primera muela de rectificado 14 para llevar el disco de sincronización 6b a la posición de transferencia para la primera pieza de trabajo 1 terminada de rectificar. Finalmente se mueve nuevamente hacia delante la otra pieza de trabajo 1' para transferir la otra pieza de trabajo 1' terminada de rectificar en los lados frontales 2 a la segunda posición de mecanizado 42. En las dos fases mencionadas en último lugar del movimiento, que se pueden realizar de forma relativamente rápida como etapas puras de transporte, la primera muela de rectificado 14 esencialmente no tiene ya ningún efecto de rectificado sobre la pieza de trabajo 1', ya que la misma, de hecho, ya se ha terminado de rectificar. Como alternativa, el cabezal de husillo portamuela 10 se puede alejar durante el breve tiempo del giro hacia atrás y el nuevo giro hacia delante del disco de sincronización 6b también en dirección X (véase la Figura 4) de la posición de rectificado, de tal manera que las dos muelas de rectificado 14, 15 se encuentran fuera de la pista de movimiento de las piezas de trabajo. Por ello queda excluida cualquier influencia negativa de la pieza de trabajo 1 durante el transporte.

Por el hecho de que en esta variante del procedimiento ambas muelas de rectificado 14 y 15 mecanizan al mismo tiempo respectivamente una pieza de trabajo 1, 1' se obtiene, con respecto al estado de la técnica que se ha descrito al principio y también con respecto a la realización del procedimiento que se ha explicado anteriormente mediante las Figuras 5A y 5B, en la que se realiza solo un rectificado pero ningún movimiento hacia atrás, una considerable ganancia de tiempo. Esta ganancia de tiempo consiste particularmente en que ninguna de las muelas de rectificado 14 y 15 tiene tiempos improductivos que estén causados debido a la espera al rectificado final mediante, respectivamente, la otra muela de rectificado. Ambas muelas de rectificado 14, 15 están utilizándose prácticamente de forma constante –a excepción de tiempos relativamente cortos de transporte y recambio para las piezas de trabajo 1, 1'–.

Se entiende que la separación lateral y vertical del eje 14c del primer husillo portamuela 12 del eje 15a del segundo husillo portamuela 13 en la disposición en tándem sobre el cabezal de husillo portamuela 10 correspondiente tienen que estar adaptadas a los requisitos particulares en esta realización del procedimiento. De este modo, los dos ejes 14c y 15a en este caso tienen que acercarse más que en la otra variante de la realización del procedimiento según las Figuras 5A y 5B, en la que para el rectificado se aproximan solamente los husillos portamuela 12, 13, mientras que el equipo de sostén 6 para las piezas de trabajo 1, en el presente documento, el disco de sincronización 6b, no

se mueve en el sentido de una aproximación. La separación de los ejes 14c y 15a se tiene que seleccionar de tal manera que durante la transferencia de una pieza de trabajo 1 a las mordazas de sujeción 8a, 8b de la segunda fijación otra pieza de trabajo 1' en la primera fijación todavía no se pone en contacto con la primera muela de rectificado 14, tal como se puede ver en la Figura 10.

5	<u>Lista de referencias</u>	
	1, 1'	pieza de trabajo con forma de barra
	2	lado frontal
10	2a	bisel frontal
	2b	redondez del lado frontal
	3	lado longitudinal
	3a	canto lateral
	4	bancada de máquina
15	5	pista de deslizamiento
	6	equipo de sostén
	6a	parte de zócalo
	6b	disco de sincronización
	7a, b	cabezal fijo portapieza
20	8a, b	mordazas de sujeción
	9a, b	forro de fricción
	10	cabezal de husillo portamuela
	11	eje perpendicular
	12	primer husillo portamuela
25	13	segundo husillo portamuela
	14	muela de rectificado doble, primera muela de rectificado
	14a, b	primeras muelas de rectificado
	14c	eje de rotación de la primera muela de rectificado, a la vez eje de rotación del primer husillo portamuela
	15	segunda muela de rectificado
30	15a	eje de rotación de la segunda muela de rectificado, a la vez eje de rotación del segundo husillo portamuela
	15b	contorno perimetral de la segunda muela de rectificado
	16	accionamientos y guías
	17	disco de distancia
	18a, b	cuerpos de base
35	19a, b	lado ancho
	20a, b	cavidad
	21a, b	zona anular exterior
	22a, b	zona anular interior
	23	parte de zócalo de la estación de sujeción
40	24	dispositivo de agarre de carga
	24a	mordazas de sujeción
	30	eje común de giro y accionamiento
	31	sobremedida de rectificado
	40	puntos de sujeción
45	41	primera posición de mecanizado
	42	segunda posición de mecanizado
	43	posición de carga y de descarga
	50	luneta
	51	escotadura
50	A	dirección de giro del disco de sincronización
	B	anchura axial de la segunda muela de rectificado
	C	eje de rotación de la pieza de trabajo con forma de barra durante el rectificado circunferencial
	D	separación de las primeras muelas de rectificado entre sí
	L	longitud de la pieza de trabajo con forma de barra
55	X	dirección axial del movimiento de aproximación perpendicular con respecto al eje longitudinal de la pieza de trabajo con forma de barra
	α	ángulo entre puntos de sujeción adyacentes

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el rectificado de piezas de trabajo (1) con forma de barra que presentan un corte transversal no redondo, formado por líneas planas y/o curvadas y lados frontales (2) planos que tienen un recorrido paralelo entre sí, con las siguientes etapas del procedimiento:

a) la pieza de trabajo con forma de barra no mecanizada se transfiere a un equipo de sostén (6) móvil y se fija en una primera fijación en sus lados longitudinales (3);

b) la pieza de trabajo (1) con forma de barra fijada se lleva por el equipo de sostén (6) a una primera posición de mecanizado (41);

c) los dos lados frontales (2) de la pieza de trabajo (1) con forma de barra se terminan de rectificar en la primera posición de mecanizado (41) simultáneamente mediante rectificado plano doble;

d) la pieza de trabajo (1) con forma de barra fijada se transfiere por el equipo de sostén (6) a una segunda posición de mecanizado (42) entre dos mordazas de sujeción (8a, 8b) que se encuentran con separación entre sí equiaxialmente y se fija por las mismas en una segunda fijación en sus lados frontales (2) ya mecanizados, después de lo cual se anula la primera fijación en los lados longitudinales (3);

e) las mordazas de sujeción (8a, 8b) se accionan de forma sincrónicamente controlada para girar y los lados longitudinales (3) de la pieza de trabajo (1) con forma de barra se terminan de rectificar mediante rectificado circunferencial controlado por CNC según el principio de la interpolación C-X en la segunda posición de mecanizado (42), formándose el eje C por el eje común de giro y accionamiento (30) de las dos mordazas de sujeción (8a, 8b) y teniendo un recorrido el eje X perpendicular con respecto al eje C;

f) para deshacer la segunda fijación, las mordazas de sujeción (8a, 8b) se separan, la pieza de trabajo (1) con forma de barra se lleva a una posición de descarga y, a continuación, se transfiere a un equipo de descarga;

caracterizado por que están previstas las siguientes etapas adicionales del procedimiento:

g) las piezas de trabajo (1) a rectificar se sostienen por el equipo de sostén (6) que presenta varios puntos de sujeción (40) y se suministran a una primera muela de rectificado (14) así como a una segunda muela de rectificado (15) para el rectificado de las piezas de trabajo (1), estando dispuestas las muelas de rectificado (14, 15) una tras otra en una forma constructiva en tándem y estando configurada la disposición en tándem de tal manera que la primera muela de rectificado (14) y la segunda muela de rectificado (15) están dispuestas con ejes de rotación (14c, 15a) que tienen un recorrido paralelo entre sí de forma superpuesta y con desplazamiento lateral en paralelo entre sí, de tal manera que la primera muela de rectificado (14) superior se encuentra delante de la segunda muela de rectificado (15) y llega a encaje de rectificado antes que la misma en la pieza de trabajo (1) respectivamente asignada;

h) después de deshacer la segunda fijación, la pieza de trabajo (1) con forma de barra es recibida nuevamente por el equipo de sostén (6) y se lleva a la posición de descarga.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, con las siguientes etapas del procedimiento que precisan la etapa c):

c1) para el rectificado plano doble de sus lados frontales (2), la pieza de trabajo (1) con forma de barra se suministra en su primera posición de mecanizado (41) a la primera muela de rectificado (14) configurada como muela de rectificado doble, pudiendo estar compuesta la misma de dos muelas de rectificado (14a, 14b) individuales, rotatorias, que se encuentran equiaxialmente con la separación axial D entre sí o de una única muela de rectificado que presenta forros de rectificado correspondientes a las dos primeras muelas de rectificado (14a, 14b), que está configurada con forma de horquilla en el corte transversal, teniendo la dirección longitudinal de la pieza de trabajo (1) con forma de barra un recorrido paralelo con respecto al eje de rotación (14c) común de la primera muela de rectificado (14);

c2) el rectificado plano se realiza mediante movimiento de la primera muela de rectificado (14) en dirección del eje X o mediante movimiento del equipo de sostén (6) con la pieza de trabajo (1) fijada con respecto a la primera muela de rectificado (14);

c3) durante el respectivo movimiento, los dos lados frontales (2) de la pieza de trabajo (1) con forma de barra atraviesan con acción de rectificado una tras otra las zonas anulares exteriores dispuestas en los lados anchos (19a, 19b) dirigidos unos hacia otros de la primera muela de rectificado (14) con un forro de rectificado.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que los lados longitudinales (3) de la pieza de trabajo (1) con forma de barra en su segunda posición de mecanizado (42) se rectifican mediante una segunda muela de rectificado (15) rotatoria, cuyo eje de rotación (15a) tiene un recorrido paralelo con respecto al eje común de giro y accionamiento (30) de las dos mordazas de sujeción (8a, 8b), estando dispuestas las primeras y segundas muelas de rectificado (14, 15) con ejes de rotación (14c, 15a) que tienen un recorrido paralelo entre sí sobre un cabezal de husillo portamuela (10) común.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que al mismo tiempo está presente respectivamente una pieza de trabajo (1) en la primera posición de mecanizado (41) y la segunda posición de mecanizado (42), **caracterizado por que** el rectificado de las dos piezas de trabajo (1) se realiza al mismo tiempo al menos a lo largo de periodos de tiempo.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la pieza de trabajo con forma de barra es agarrada por al menos dos dispositivos de agarre de carga (24) que se encuentran en el equipo de sostén (6), que están adaptados al corte transversal de la pieza de trabajo (1) con forma de barra y que se aplican, uno frente a otro, en los lados longitudinales (3) de la pieza de trabajo (1) con forma de barra, de tal manera que se sujeta la pieza de trabajo (1).
6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que el equipo de sostén (6) presenta una multitud mayor de tres de pares de dispositivos de agarre de carga (24) y se puede mover de forma controlada alrededor de un eje de giro que tiene un recorrido paralelo con respecto al eje común de giro y accionamiento (30) de las dos mordazas de sujeción (8a, 8b).
7. Procedimiento según la reivindicación 5 o 6, en el que los dispositivos de agarre de carga (24) sirven también para el establecimiento de la sobremedida de rectificado (31) que es determinante para el desarrollo del rectificado circunferencial en la segunda fijación, que tiene un recorrido paralelo con respecto al eje común de giro y accionamiento (30) de las dos mordazas de sujeción (8a, 8b).
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** comprende las siguientes etapas adicionales del procedimiento:
- en la segunda posición de mecanizado (42) se rectifican hasta la dimensión final en primer lugar todos los cantos laterales (3a) de la pieza de trabajo (1);
 - después se coloca en la pieza de trabajo (1) una luneta (50) con una escotadura (51) esencialmente semicircular para el alojamiento de la pieza de trabajo (1);
 - con la luneta (50) colocada se realiza el mecanizado adicional de los lados longitudinales (3) de la pieza de trabajo (1) hasta la dimensión final;
 - a continuación se retira la luneta (50) de la pieza de trabajo (1).
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** comprende las siguientes etapas adicionales del procedimiento:
- en la segunda posición de mecanizado (42) se rectifican aproximadamente hasta la dimensión final en primer lugar todos los cantos laterales (3a) de la pieza de trabajo (1),
 - después se coloca en la pieza de trabajo (1) una luneta (50) con una escotadura (51) esencialmente semicircular para el alojamiento de la pieza de trabajo (1);
 - con la luneta (50) colocada se realiza el mecanizado adicional de los lados longitudinales (3) de la pieza de trabajo (1) hasta aproximadamente la dimensión final;
 - a continuación se retira la luneta (50) de la pieza de trabajo (1) y
 - se termina de rectificar la pieza de trabajo (1).
10. Rectificadora para el rectificado de piezas de trabajo con forma de barra que presentan un corte transversal no redondo formado por líneas planas y/o curvadas y lados frontales planos que tienen un recorrido paralelo entre sí, para llevar a cabo el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, con las siguientes características:
- a) un primer husillo portamuela con una primera muela de rectificado y un segundo husillo portamuela con una segunda muela de rectificado están dispuestos en una forma constructiva en tándem sobre un cabezal común de husillo portamuela, que es desplazable de forma controlada sobre la bancada de la máquina, teniendo los ejes de las muelas de rectificado pertenecientes a los dos husillos portamuela con separación fija un recorrido paralelo entre sí;
 - b) está previsto un equipo de sostén móvil, en el que las piezas de trabajo a rectificar se suministran una tras otra a las muelas de rectificado dispuestas en el primer y segundo husillo portamuela para el rectificado;
 - c) dos unidades de sujeción, que están dispuestas de forma que se pueden desplazar y fijar en solitario o de forma conjunta sobre una pista de deslizamiento, tienen un eje común de giro y accionamiento que tiene un recorrido paralelo con respecto a los ejes de las muelas de rectificado y que forma el eje C de un proceso de rectificado, en el que las piezas de trabajo están fijadas entre las unidades de sujeción;
 - d) durante el rectificado, las muelas de rectificado que se encuentran en los husillos portamuela se aproximan en la dirección X que tiene un recorrido perpendicular al eje C contra las piezas de trabajo, **caracterizada por que** están previstas las siguientes características adicionales:
 - e) la dirección de desplazamiento del cabezal de husillo portamuela (10) tiene un recorrido perpendicular con respecto al eje común de giro y accionamiento (30);
 - f) el primer husillo portamuela (12) y el segundo husillo portamuela (13) están dispuestos uno sobre otro y desplazados lateralmente en paralelo entre sí con respecto a la separación horizontal de la pista de deslizamiento (5), encontrándose el primer husillo portamuela (12) más alto y más próximo a la pista de deslizamiento (5) que el segundo husillo portamuela (13);
 - g) el equipo de sostén está dispuesto entre dos equipos de sujeción configurados como cabezales fijos portapieza (7a, 7b) de forma giratoria alrededor de un eje de giro paralelo al eje común de giro y accionamiento (30) y presenta en su perímetro varios puntos de sujeción (40) para el alojamiento de las piezas de trabajo (1) a

rectificar.

- 5 11. Rectificadora según la reivindicación 10, en la que el equipo de sostén (6) está configurado como disco de sincronización circular.
12. Rectificadora según la reivindicación 10, en la que el disco de sincronización se puede accionar a través de un accionamiento tanto en dirección hacia delante (A) como en dirección hacia atrás.
- 10 13. Rectificadora según una de las reivindicaciones 10 a 12, en la que el equipo de sostén (6) presenta al menos tres puntos de sujeción (40) que están configurados como dispositivos de agarre de carga (24) con, respectivamente, dos mordazas de sujeción (24a).
14. Rectificadora según una de las reivindicación 10 a 13, con las siguientes características:
- 15 a) en los cabezales fijos portapieza (7a, 7b) están alojadas mordazas de sujeción (8a, 8b), cuyas superficies de sujeción están dirigidas unas hacia otras;
- b) cada cabezal fijo portapieza (7a, 7b) presenta un accionamiento giratorio a motor eléctrico para la mordaza de sujeción (8a, 8b) que se encuentra en el mismo;
- 20 c) está previsto un equipo de control con la posible función de llevar a las dos mordazas de sujeción (8a, 8b) a un movimiento de giro sincrónico, equifásico alrededor del eje común de giro y accionamiento (30) y con la posible función adicional de sujetar, mediante acercamiento de las mordazas de sujeción contra los lados frontales (2) de la pieza de trabajo (1) con forma de barra, la misma en medio,
- d) encontrándose una pieza de trabajo (1) sostenida por los dos cabezales fijos portapieza (7a, 7b) en la región de mecanizado de la segunda muela de rectificado (15).
- 25 15. Rectificadora según la reivindicación 14, en la que las mordazas de sujeción (8a, 8b) están provistas de un forro de fricción (9a, 9b) para la aplicación en los lados frontales (2) de la pieza de trabajo (1) con forma de barra.
- 30 16. Rectificadora según una de las reivindicaciones 10 a 15, en la que la primera muela de rectificado (14) y la segunda muela de rectificado (15) presentan una separación entre sí y están dispuestas de tal forma una con respecto a otra, que la primera muela de rectificado (14) ha terminado su operación de rectificado antes de que la segunda muela de rectificado (15) comience su operación de rectificado.
- 35 17. Rectificadora según una de las reivindicaciones 10 a 16, en la que la primera muela de rectificado (14) y la segunda muela de rectificado (15) presentan una separación entre sí y están dispuestas de tal manera una con respecto a otra, que al menos durante un intervalo de tiempo tanto la primera muela de rectificado (14) como la segunda muela de rectificado (15) ejecutan de forma paralela en el tiempo sus operaciones de rectificado.
- 40 18. Rectificadora según una de las reivindicaciones 10 a 17, en la que se puede ajustar la ubicación relativa del eje de husillo (14c) de la primera muela de rectificado (14) con respecto al eje de husillo (15a) de la segunda muela de rectificado (15).
- 45 19. Rectificadora según una de las reivindicaciones 10 a 18, en la que la primera muela de rectificado está configurada como muela de rectificado doble y está compuesta de dos muelas de rectificado (14a, 14b) individuales rotatorias, que se encuentran equiaxialmente con la separación axial D entre sí y que rodean con sus lados anchos dirigidos unos hacia otros durante el proceso de rectificado la pieza de trabajo (1) con forma de barra que, a este respecto, tiene un recorrido paralelo con respecto al eje de rotación de la primera muela de rectificado y se rectifica en sus lados frontales (1) mediante rectificado plano doble.
- 50 20. Rectificadora según una de las reivindicaciones 10 a 18, en la que la primera muela de rectificado (14) está configurada como muela de rectificado doble con forma de horquilla en el corte transversal y presenta forros de rectificado que durante el proceso de rectificado rodean la pieza de trabajo (1) con forma de barra que, a este respecto, tiene un recorrido paralelo con respecto al eje de rotación de la primera muela de rectificado y se rectifica en sus lados frontales (1) mediante rectificado plano doble.
- 55 21. Rectificadora según la reivindicación 19 o 20, en la que los forros de rectificado que rectifican los dos lados frontales (2) de la pieza de trabajo (1) de la muela de rectificado doble presentan, en su región perimetral exterior, respectivamente una zona anular exterior (21a, 21b) con un forro de desbastado y una zona anular interior (22a, 22b) con un forro de alisado, ampliándose la separación axial de las dos zonas anulares exteriores entre sí hacia fuera.
- 60 22. Rectificadora según una de las reivindicaciones 10 a 21, en la que la segunda muela de rectificado (15) presenta una anchura B que es al menos tan grande como la longitud L de la pieza de trabajo (1).
- 65 23. Rectificadora según la reivindicación 22, en la que el contorno perimetral (15b) de la segunda muela de rectificado (15) que cubre la longitud L de la pieza de trabajo con forma de barra está diseñado divergiendo de la

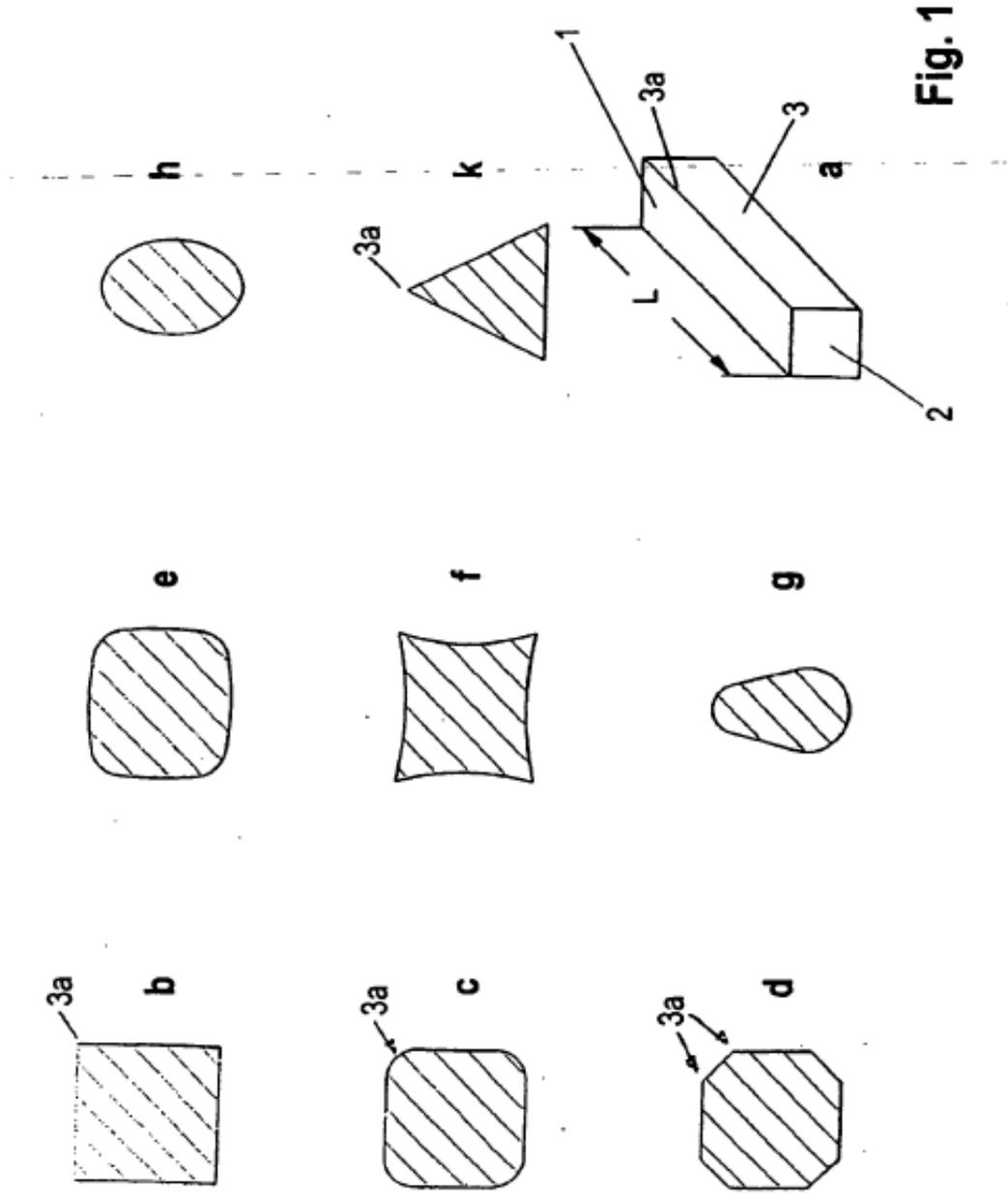
forma cilíndrica y se corresponde con el contorno longitudinal de la pieza de trabajo con forma de barra terminada de rectificar.

5 24. Rectificadora según la reivindicación 22, en la que el contorno perimetral (15b) de la segunda muela de rectificado (15) está conformado también de forma correspondiente a la forma de un bisel (2a) del lado frontal o redondez (2b) del lado frontal, que se tiene que rectificar inicialmente en la pieza de trabajo (1) con forma de barra.

10 25. Rectificadora según una de las reivindicaciones 10 a 24, en la que a cada región de sujeción (40) en el disco de sincronización (6b) está asignada una luneta (50) que se puede aproximar a la misma, que se puede colocar durante el rectificado con la segunda muela de rectificado (14) en la pieza de trabajo (1) para su apoyo.

26. Rectificadora según la reivindicación 25, en la que la luneta (50) presenta una escotadura (51) semicircular en el corte transversal como región de apoyo para la aplicación en la pieza de trabajo (1) a rectificar.

15 27. Rectificadora según la reivindicación 25 o 26, en la que la luneta (50), de forma controlada mediante accionamientos eléctricos, hidráulicos o neumáticos, se puede colocar en la pieza de trabajo o alejar de la misma.



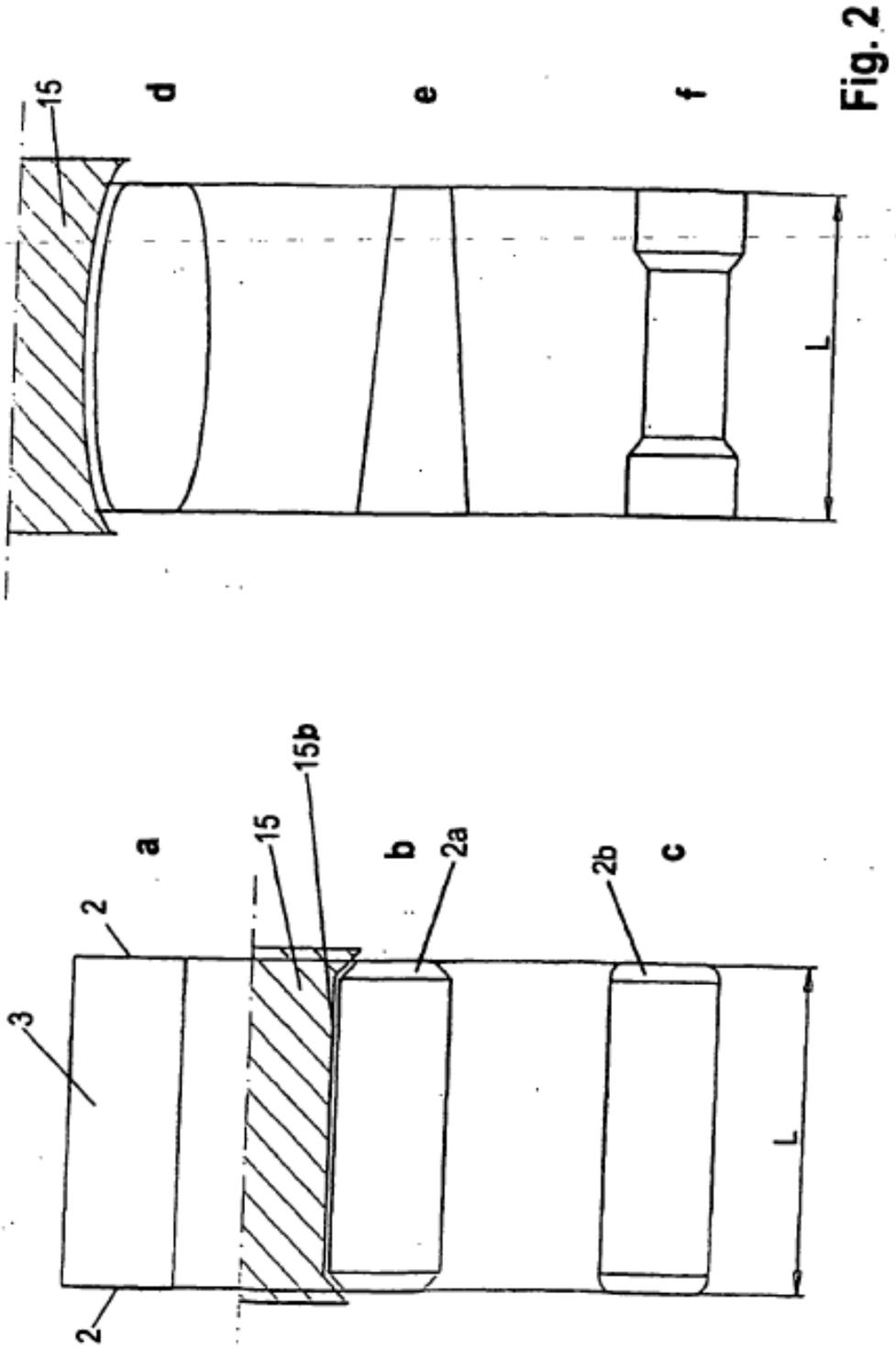
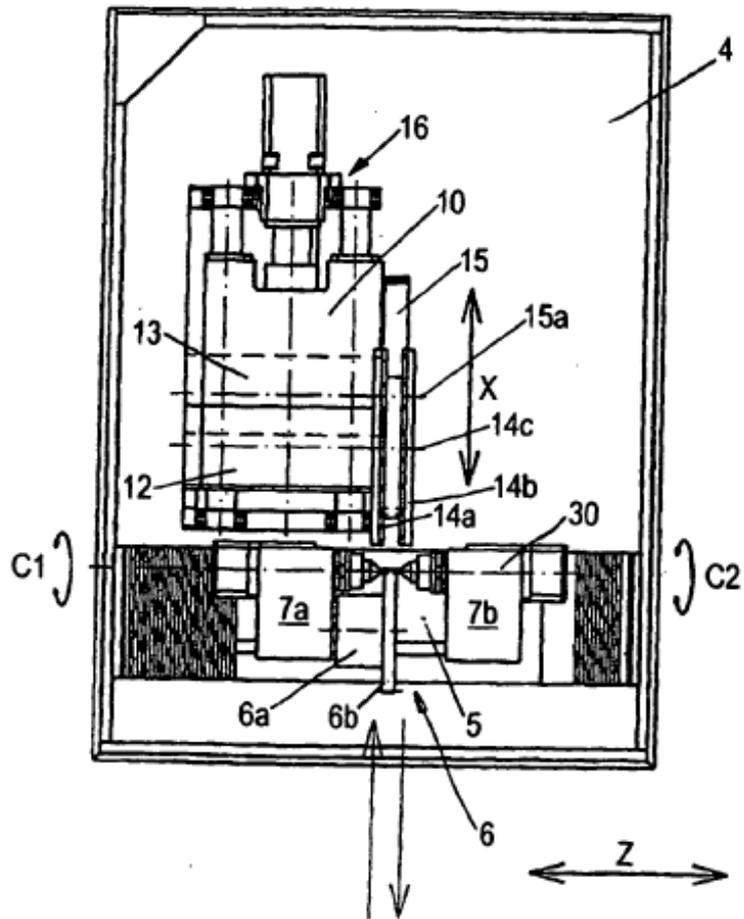


Fig. 3



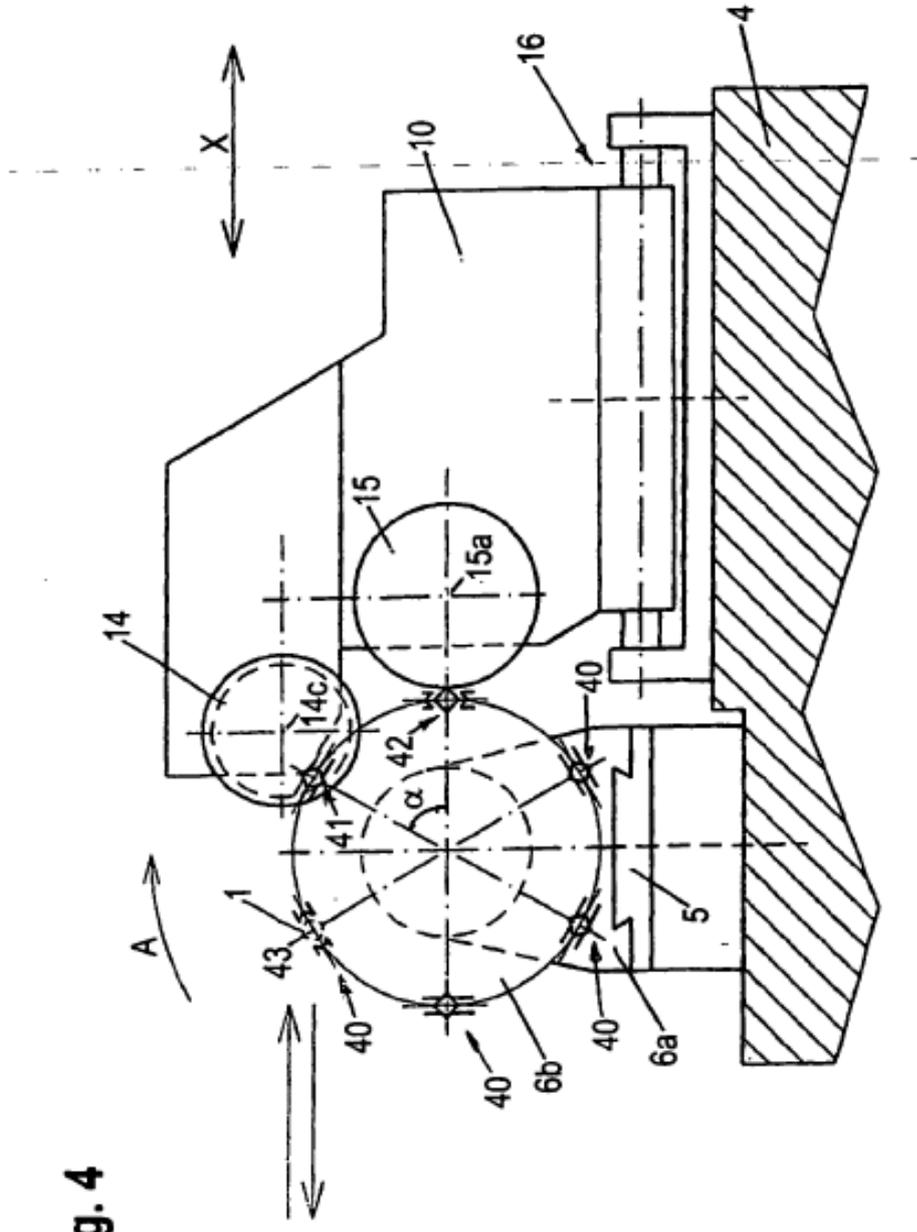


Fig. 4

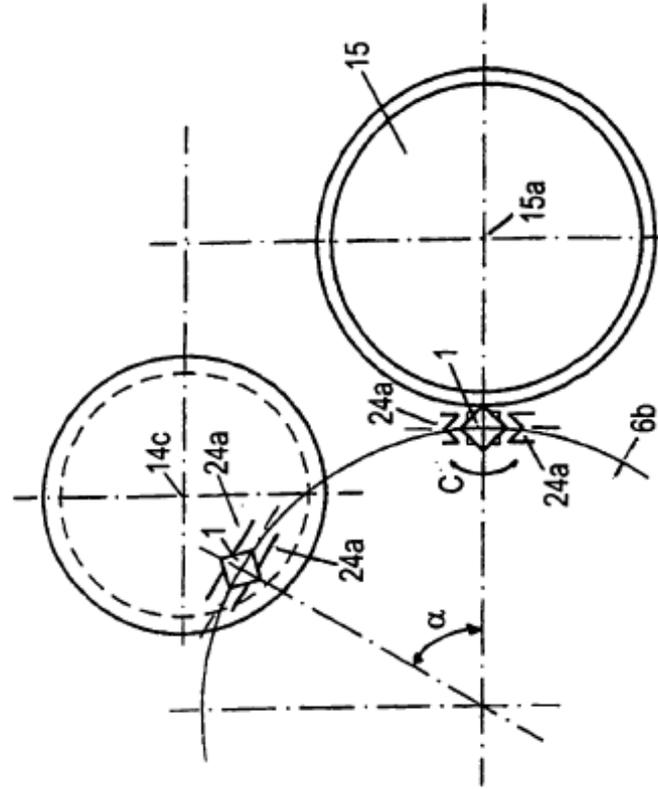


Fig. 5A

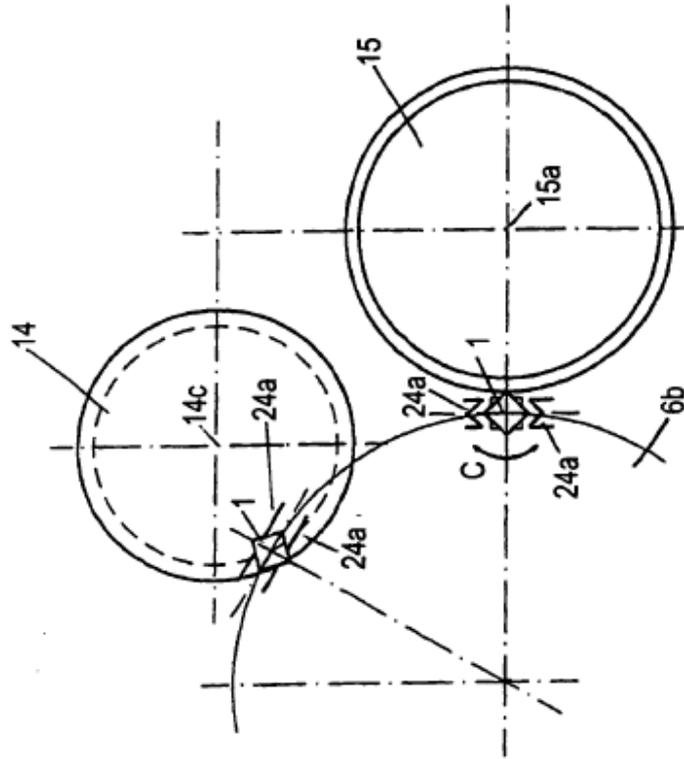


Fig. 5B

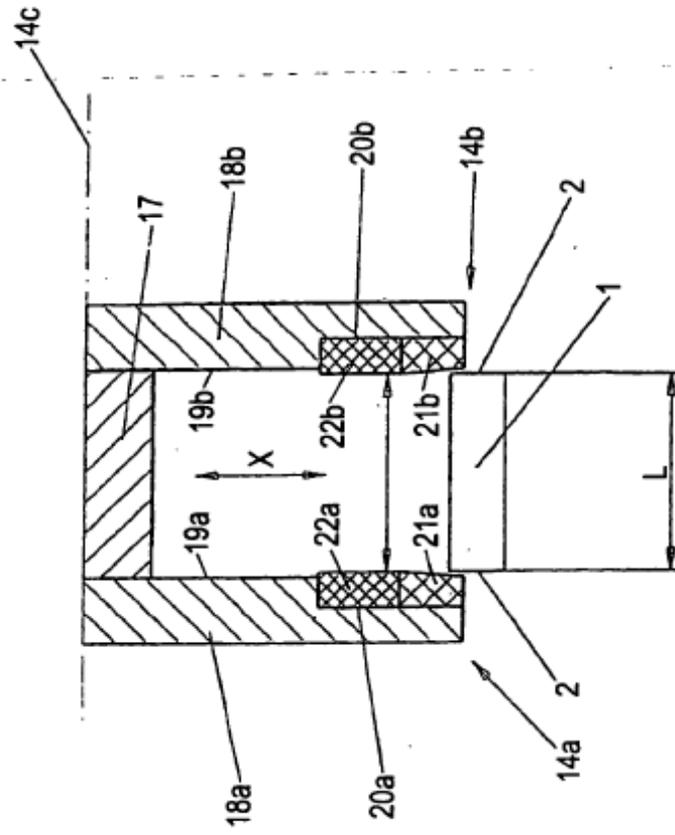


Fig. 6

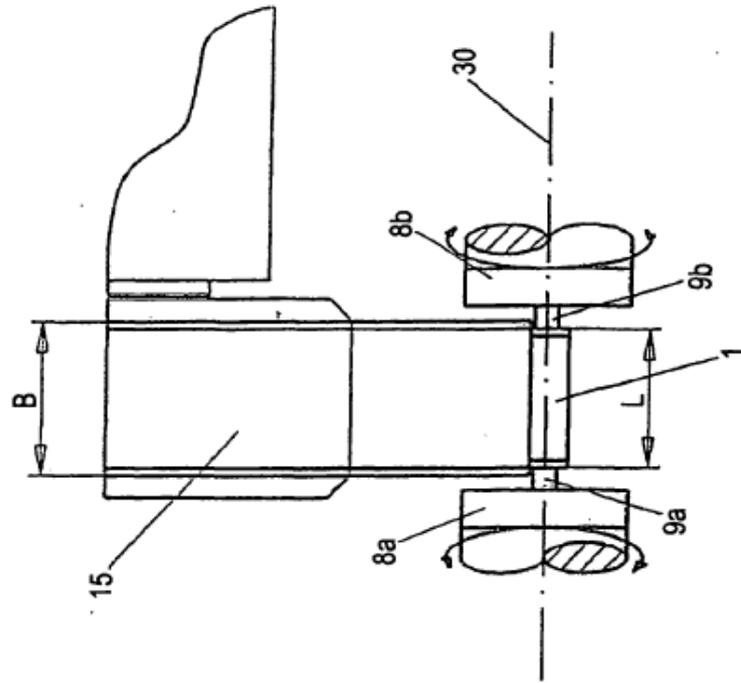


Fig. 7

Fig. 9

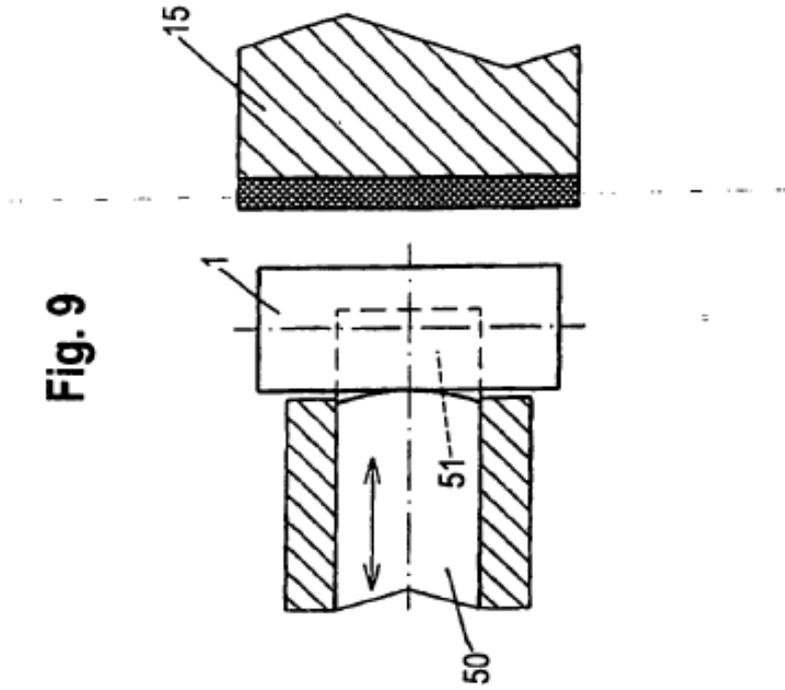


Fig. 8

