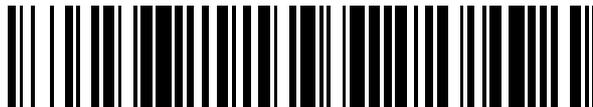


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 455 975**

51 Int. Cl.:

**B24B 5/22** (2006.01)

**B24B 5/38** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.03.2011** **E 11707835 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.03.2014** **EP 2544857**

54 Título: **Rectificadora cilíndrica sin puntos para el rectificado de piezas de trabajo en forma de barra y procedimiento para el rectificado cilíndrico sin puntos de piezas de trabajo en forma de barra**

30 Prioridad:

**09.03.2010 DE 102010010758**

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

**16.04.2014**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**JUNKER, ERWIN**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 455 975 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

Rectificadora cilíndrica sin puntos para el rectificado de piezas de trabajo en forma de barra y procedimiento para el rectificado cilíndrico sin puntos de piezas de trabajo en forma de barra

5 La invención se refiere a una rectificadora cilíndrica sin puntos para el rectificado de piezas de trabajo en forma de barra con contorno exterior cilíndrico en el procedimiento de rectificado continuo con las características a) a d) de la reivindicación 1 de esta solicitud. La invención se refiere también a un procedimiento para el rectificado cilíndrico sin puntos de piezas de trabajo en forma de barra con las características a) y b) de la reivindicación 17 de esta solicitud. Una rectificadora cilíndrica y un procedimiento de este tipo se conocen por el documento DE 101 00 871 C1. En la rectificadora cilíndrica según el estado de la técnica se agrupan dos rectificadoras cilíndricas individuales como grupos constructivos separados sobre una cimentación común formando una unidad. La pieza de trabajo tubular o en forma de barra pasa de forma continua una tras otra a través de las dos unidades de rectificado separadas para el rectificado. En este caso en cada unidad de rectificado una muela de rectificado cilíndrica proporcionalmente ancha está enfrente de un paquete de muelas de regulación, que son proporcionalmente delgadas y están dispuestas a distancia unas de otras sobre un husillo común. Las muelas de regulación y rectificado se sitúan junto con la regla de soporte habitual en una zona axial común; los dos grupos constructivos también son independientes uno de otro en todos los aspectos. Por ejemplo, la geometría de rectificado, es decir, la asignación espacial de la muela de rectificado, muela de regulación y regla de soporte en relación a la pieza de trabajo, puede ser diferente en cada una de las dos unidades.

20 En la rectificadora cilíndrica conocida se forman por consiguiente dos hendiduras de rectificado situadas a una distancia axial una de otra y a través de las que pasa la pieza de trabajo tubular o en forma de barra. Las dos unidades de la rectificadora cilíndrica conocida pueden servir para diferentes tareas; por ejemplo, en la primera unidad se puede realizar el rectificado desbastador, mientras que en la segunda unidad se efectúa el alisado. Pero también se puede comenzar en la primera unidad con el alisado, de modo que en conjunto para el proceso del alisado está a disposición más tiempo de mecanizado. De este modo se puede reducir claramente el desgaste del útil durante el desbaste con menor ratio de remoción. La pieza de trabajo está dispuesta en las dos unidades de la rectificadora conocida en la hendidura de rectificado, de manera que se sitúa "bajo el centro". En una definición exacta se considera con ello lo siguiente: la pieza de trabajo está fijada en dirección radial en la hendidura de rectificado que se extiende conforme a un plano de referencia que está tendido por los ejes de rotación y accionamiento de la muela de regulación y muela de rectificación; en este caso el eje longitudinal de la pieza de trabajo se sitúa de forma apartada del plano de referencia mencionado dentro de una zona parcial de la hendidura de rectificado entre este plano de referencia y la superficie de apoyo de la regla de soporte. Esta disposición tiene la ventaja de que la pieza de trabajo está empotrada de manera consabida en la hendidura de rectificado entre la muela de regulación y rectificado, por un lado, y la superficie de apoyo de la regla de soporte, por otro lado. Pero por ello tampoco se puede expulsar luego de la hendidura de rectificado cuando se trabaja con fuerzas de rectificado mayores. Por consiguiente se puede trabajar durante el rectificado cilíndrico "bajo el centro" con una elevada tasa de desprendimiento de virutas, y el avance axial de la pieza de trabajo en el tramo de rectificado y en la hendidura de rectificado puede ser elevado.

40 La disposición "bajo el centro" se prefiere por ello en muchos casos de aplicación durante el rectificado cilíndrico sin puntos. No obstante, los límites de la disposición se deducen luego cuando se deben rectificar piezas de trabajo tubulares o en forma de barra que tienen un diámetro pequeño. La pieza de trabajo debe estar en contacto luego en la zona de la hendidura de rectificado con la muela de regulación y rectificado, en la que los contornos exteriores de las muelas ya pasan a un desarrollo aproximadamente paralelo. La pieza de trabajo se sitúa por consiguiente en la hendidura de rectificado muy arriba, de modo que por consiguiente en el caso más grave puede migrar hacia arriba fuera de la hendidura de rectificado. Al menos se vuelve cada vez más difícil garantizar una posición segura y tranquila de la pieza de trabajo durante el rectificado con la regla de soporte habitual. Cuando la hendidura de rectificado se vuelve cada vez más estrecha se aproxima finalmente a la zona en la que chocarían las muelas de rectificado; un rectificado cilíndrico sin puntos de piezas de trabajo con pequeño diámetro ya no es posible de la manera convencional.

50 Por el documento de patente alemana 801 500 se conoce un dispositivo especial a accionar a mano, con el que se deben mecanizar dos puntos de rectificado laterales en una pieza de trabajo simultáneamente por rectificado cilíndrico sin puntos. Para ello dos muelas de rectificado se accionan en voladizo sobre un árbol común y se accionan en rotación; su distancia axial entre sí es variable. Para el rectificado de los puntos de rectificado laterales, la una muela de rectificado dispuesta de forma móvil se aproxima axialmente desde fuera en la dirección hacia la segunda muela de rectificado fija. Las dos muelas de rectificado quedan a una distancia axial entre sí durante el rectificado de los puntos de rectificado laterales. En frente en el otro lado de la pieza de trabajo está dispuesta una muela de regulación para el accionamiento de la pieza de trabajo. La muela de regulación y las muelas de rectificado están decaladas unas respecto a otras dado que la muela de regulación se sitúa en su posición axial allí donde en el lado enfrentado de la pieza de trabajo existe el hueco entre las dos muelas de rectificado. Con el dispositivo conocido sólo se debe rectificar respectivamente una única pieza de trabajo, que para ello se debe introducir en el dispositivo y sacar de nuevo de él. La pieza de trabajo tiene aproximadamente la forma de un husillo según está presente en el cubo de dos ruedas.

5 En la rectificadora cilíndrica sin puntos conocida por el documento DE 478 720 se deben rectificar y transportar barras cilíndricas largas y delgadas en el procedimiento de rectificado continuo por tres grupos separados de muelas. Cada uno de los tres grupos comprende un husillo común, accionado en rotación sobre el que se sitúan las muelas de este grupo a distancia axial recíproca. Los tres grupos se extienden a lo largo de la barra cilíndrica a rectificar y la encierran entre sí. En este caso el primer grupo de muelas se compone de muelas de rectificado; el husillo correspondiente discurre en paralelo al eje de la barra cilíndrica. El husillo del segundo grupo está ligeramente inclinado respecto al eje de la barra cilíndrica; las muelas dispuestas sobre este husillo son muelas de guiado con un borde cónico que está cubierto con fieltro. Las muelas de guiado provocan el transporte de la barra cilíndrica en la dirección axial. Las muelas de rectificado y las muelas de guiado están enfrentadas entre sí de la manera habitual a distancia radial, y de manera que cada muela de guiado está enfrentada exactamente a una muela de rectificado.

10 El tercer grupo de muelas en la rectificadora cilíndrica del documento DE 478 720 A está dispuesto por debajo de la barra cilíndrica que desfila sobre un husillo común, de manera que estas muelas engranan desde abajo en los espacios intermedios axiales entre las muelas de rectificado y las muelas de guiado y soportan la barra cilíndrica. La máquina conocida no tiene una regla de soporte. Mejor dicho las muelas del tercer grupo actúan de forma similar a una regla de apoyo; adicionalmente provocan el accionamiento rotativo de la barra cilíndrica. La máquina conocida según el documento DE 478 720 debería permitir el uso de muelas de rectificado de grano diferente y al mismo tiempo ocuparse de una rotación propia viva de las piezas de trabajo en caso de fuerte avance axial.

15 Frente a eso la invención tiene el objetivo de mejorar la rectificadora cilíndrica y el procedimiento de rectificado cilíndrico del tipo mencionado al inicio, de modo que se sujetan de forma fiable, estable y tranquila las piezas de trabajo tubulares o en forma de barra de pequeño diámetro exterior en la hendidura de rectificado formada por las muelas de rectificado, las muelas de regulación y la regla de soporte, de modo que también durante el rectificado con elevada tasa de desprendimiento de virutas se consigue un buen resultado de rectificado.

20 La solución de este objetivo llega en la rectificadora cilíndrica a través de la totalidad de las características de la reivindicación 1 y en el procedimiento de rectificado cilíndrico con la totalidad de las características de la reivindicación 17.

25 En la rectificadora cilíndrica sin puntos según la invención se prevé por consiguiente que las muelas de regulación y rectificado estén dispuestas decaladas unas respecto a otras en dirección axial, penetrando las muelas de regulación en los espacios intermedios axiales entre las muelas de rectificado y a la inversa también las muelas de rectificado en los espacios intermedios axiales entre las muelas de regulación. Por consiguiente las muelas de regulación y rectificado ya no pueden chocar entre sí, y la hendidura de rectificado ya no comienza en el plano de referencia anteriormente mencionado, sino alejada de éste en una zona en la que la distancia entre los contornos exteriores de la muela de regulación y rectificado se aumenta de forma creciente. La pieza de trabajo está en contacto por ello con la muela de regulación y rectificado con dos líneas de contacto tangenciales que discurren en su dirección longitudinal, teniendo estas líneas de contacto una distancia mayor una de otra. El especialista habla aquí de una "elevada medida bajo el centro". La posición de la pieza de trabajo en la hendidura de rectificado también permanece debido a ello de forma fiable, tranquila y estable cuando se trabaja con una elevada tasa de desprendimiento de virutas.

30 Con la rectificadora cilíndrica según la invención es posible dejar correr la muela de rectificado en el punto de contacto con la pieza de trabajo en el mismo sentido con su superficie o en sentido contrario a ella. Independientemente de ello la dirección de rotación de la muela de rectificado también se puede seleccionar de modo que la circunferencia de la muela de rectificado se mueva en el punto de su contacto con la pieza de trabajo hacia el plano de trabajo, es decir en la hendidura de rectificado. Esto tiene la ventaja de que la pieza de trabajo se presiona más fuertemente durante el rectificado contra las muelas de regulación y por consiguiente se descarga la regla de soporte. Por consiguiente se reduce el desgaste de la regla de soporte.

35 Una ampliación ventajosa de la rectificadora cilíndrica según la invención consiste en que el motivo básico del conjunto múltiple comprende cada vez una hilera de dos o más muelas, de lo que la una hilera con las muelas de regulación está dispuesta en el un lado de la pieza de trabajo y la otra hilera con las muelas de rectificado está dispuesta enfrentada en el otro lado de la pieza de trabajo. En comparación a la rectificadora cilíndrica conocida mencionada al inicio, que está fijada expresamente sobre dos unidades de rectificado independientes una de otra, se produce por consiguiente una estructura base proporcionalmente sencilla, en la que también se pueden accionar conjuntamente una tras otras en la dirección axial tres o más muelas de regulación y rectificado.

40 En este caso, en cada sección de la hendidura de rectificado se accionan luego las muelas de regulación y rectificado con dirección de rotación constante; la velocidad de rotación de las muelas de regulación, por un lado, y de las muelas de rectificado, por otro lado, se puede ajustar en este caso independientemente, asimismo también la aproximación de ambos lados de las muelas a la pieza de trabajo. A través del control de la máquina también es posible por supuesto adaptar entre sí de forma controlada las velocidades de rotación y el movimiento de aproximación de los dos grupos de muelas.

45 Complementariamente a estas reflexiones, según otra configuración ventajosa se puede prever que las muelas de

- regulación y las muelas de rectificado presenten diámetros crecientes escalonadamente en la dirección de recorrido axial de la pieza de trabajo, y que también la regla de soporte se adapte en este caso con su superficie de apoyo al diámetro de la pieza de trabajo que disminuye en su dirección longitudinal. En esta configuración no se efectúa un movimiento de aproximación ulterior de las muelas de regulación y rectificado durante la operación de rectificado en curso. Mejor dicho, la aproximación radial se vuelve superflua durante el rectificado a través de las muelas, porque la pieza de trabajo en forma de barra corre a través de grupos de muelas con diámetros crecientes, volviéndose cada vez más estrecha la hendidura de rectificado. Una modificación de la aproximación sólo es necesaria luego si las muelas de rectificadas se deben cambiar o cuando se realiza un cambio a piezas de trabajo con otro diámetro al anterior.
- 5
- 10 En la rectificadora cilíndrica según la invención, las muelas de regulación y rectificado ya no están enfrentadas directamente en dirección transversal. La disposición decalada de las muelas significa que para la pieza de trabajo existe el peligro de una flexión aunque pequeña. En el caso más grave se podría empeorar el resultado de rectificado. Por ello, según otra configuración ventajosa, está previsto por precaución que las zonas de solapamiento laterales de las muelas de regulación y rectificado estén separadas unas de otras por hendiduras axiales, cuya amplitud sólo sea tan grande que las muelas de regulación y rectificado no se menoscaben mutuamente en su funcionamiento o incluso se toquen durante la operación de fabricación continua. El dimensionamiento correcto de la amplitud de hendidura se deduce mediante ensayos operacionales sencillos; un valor de referencia para la práctica puede ser, por ejemplo, el rango entre 0,5 y 2 mm.
- 15
- 20 Otra medida ventajosa para evitar las sollicitaciones a flexión en la pieza de trabajo consiste en que la anchura axial de las muelas de rectificado sea menor que la anchura axial de las muelas de regulación.
- Para el funcionamiento de la rectificadora cilíndrica según la invención es esencial que las muelas de rectificación tengan una elevada duración de herramienta. Sólo entonces se puede rectificar con una elevada tasa de desprendimiento de virutas, sin que sea necesaria una corrección posterior de la aproximación durante la operación de rectificado. Por ello para la rectificadora cilíndrica según la invención se prefieren muelas de rectificado CBN, cuyo revestimiento de rectificado CBN pueda ser revestido galvánicamente, así como ligado cerámicamente o metálicamente.
- 25
- La elevada capacidad de carga de las piezas de trabajo en la rectificadora cilíndrica configurada según la invención también significa que las muelas de regulación se pueden usar de acero. Éstas deberían estar provistas ventajosamente en su circunferencia exterior de un perfil roscado, el cual ejerce un empuje axial en el sentido de la dirección de recorrido sobre la pieza de trabajo de forma similar a un tornillo transportador, dirección en la que corre la pieza de trabajo a través de la hendidura de rectificado. La circunferencia exterior de la muela de regulación o el perfil roscado deberían estar configurados en este caso ventajosamente como revestimiento de fricción, que se compone de otro material como acero, preferentemente de una capa CBN ligada galvánicamente.
- 30
- Otras configuraciones ventajosas se refieren al guiado de la pieza de trabajo en forma de barra en el tramo de rectificado y en el accionamiento de la pieza de trabajo en su dirección longitudinal y de movimiento, es decir la dirección de recorrido en el tramo de rectificado.
- 35
- Entonces en la entrada E del conjunto múltiple en la hilera de las muelas de regulación delante de éstas puede estar dispuesta una muela de apoyo de entrada con un revestimiento periférico elástico, que está fijado junto con las muelas de regulación sobre el husillo de muelas de regulación y está puesto en rotación por éste. Esta muela de apoyo de entrada puede compensar una desviación lateral de la pieza de trabajo cuando ésta entra en el tramo de rectificado como barra bruta con su extremo frontal. Incluso la pieza de trabajo no redonda se introduce luego de forma segura en la hendidura de rectificado.
- 40
- De manera similar en la salida A del conjunto múltiple en la hilera de muelas de rectificado detrás de éstas puede estar montada una muela de apoyo de salida de acero de forma libremente rotativa sobre el husillo de muelas de rectificado. El objetivo de la muela de apoyo de salida consiste en compensar las fuerzas que actúan sobre la pieza de trabajo en forma de barra en la salida A del tramo de rectificado. También aquí se trata de nuevo de impedir fuerzas de flexión y un desvío de la pieza de trabajo en su extremo. Una muela de rectificado como última muela ejercería una fuerza lateral demasiado elevada sobre la pieza de trabajo y la doblaría lateralmente. Sería similar con una muela de regulación accionada como última muela. La disposición de una muela de apoyo de salida de acero es especialmente razonable entonces si se usan muelas de rectificado CBN recubiertas galvánicamente. En éstas su diámetro sólo se modifica en una medida muy pequeña en el curso de su uso; el efecto de la muela de apoyo de salida permanece de este modo casi invariable.
- 45
- 50 Otra configuración ventajosa de la muela de apoyo de salida es que ésta está provista de un revestimiento delgado amortiguador sobre el cuerpo base de acero, que presenta un efecto amortiguador, por un lado, en la pieza de trabajo rectificadas terminadas durante la salida de la hendidura de rectificado.
- 55
- Por consiguiente se puede mejorar la estabilidad de marcha de la pieza de trabajo fuera de la hendidura de rectificado (por consiguiente también las superficies, exactitud de forma y de medida en la pieza de trabajo). Como ventaja ulterior el revestimiento delgado amortiguador puede absorber todavía pequeñas modificaciones de diámetro

de la muela de rectificado.

5 El efecto de la muela de apoyo de entrada se puede favorecer aun más porque antes del conjunto múltiple está dispuesto un dispositivo para el precentrado de la pieza de trabajo en forma de barra que desfila. Este dispositivo se puede componer de un prisma de soporte y un rodillo de presión asignado a éste, corriendo la pieza de trabajo entre el prisma de soporte y el rodillo de presión. El dispositivo para el precentrado facilita con ello la primera entrada de la pieza de trabajo en el tramo de rectificado.

10 Finalmente también se puede prever de manera ventajosa que al inicio de la trayectoria de la pieza de trabajo esté previsto un dispositivo que le confiera un avance a la pieza de trabajo en su dirección longitudinal y de movimiento. El efecto de avance de este dispositivo adicional se realiza luego junto con el efecto del perfil roscado en la circunferencia exterior de las muelas de regulación. El efecto de los dos dispositivos se debe adaptar entre sí de manera conveniente.

15 Según se ha mencionado ya el procedimiento según la invención para el rectificado cilíndrico sin puntos de piezas de trabajo en forma de barra se indica en la reivindicación 17. En este caso se prevé adicionalmente a las medidas a y b ya conocidas del estado de la técnica, que las muelas de regulación y las muelas de rectificado se accionen conjuntamente y en este caso se sitúen sobre un husillo de muelas de regulación o de muelas de rectificado común; además está previsto que las muelas de regulación y rectificado estén dispuestas decaladas unas respecto a otras en dirección axial y adyacentes en dirección radial tan cerca que las muelas de regulación penetren en los espacios intermedios axiales entre las muelas de rectificado y a la inversa; además, una característica esencial del procedimiento según la invención consiste en que las muelas de regulación y muelas de rectificado presentan diámetros crecientes escalonadamente en la dirección de recorrido de la pieza de trabajo conforme a la progresión del rectificado; también la regla de soporte está adaptada con su superficie de apoyo igualmente al diámetro de la pieza de trabajo que disminuye en su dirección longitudinal.

20 Con el procedimiento según la invención se consigue de manera ventajosa que durante la operación de rectificado ya no sea necesaria una aproximación radial continua de las muelas de regulación y/o rectificado a la pieza de trabajo. Mejor dicho, las muelas de regulación y rectificado quedan invariables en su posición radial respecto a la pieza de trabajo; para ello la pieza de trabajo recorre de forma continua las hendiduras de rectificado formadas unas tras otras a partir de las muelas de regulación y de rectificado, cuya distancia entre sí se vuelve cada vez menor escalonadamente conforme a la progresión del rectificado de la entrada E hacia la salida A del tramo de rectificado. Esta disminución se produce porque los diámetros de las muelas de regulación y rectificado se vuelven escalonadamente más grandes hacia la salida del tramo de rectificado. El movimiento de aproximación radial de las muelas de regulación y rectificado durante la operación de rectificado en curso se sustituye por consiguiente por el movimiento de la pieza de trabajo en forma de barra en su dirección longitudinal.

25 Una ampliación ventajosa del procedimiento según la invención consiste en que la dirección de movimiento de la circunferencia de la muela de rectificado, en el punto de su contacto con la pieza de trabajo, discurre en la dirección hacia el plano de referencia. Con este modo de proceder la muela de rectificado ejerce un efecto de fuerza sobre la pieza de trabajo que se aprieta de este modo contra la muela de regulación. La sollicitación de la regla de soporte mediante la pieza de trabajo se reduce de este modo y por consiguiente también el desgaste de la regla de soporte.

30 Finalmente se establece todavía que el término de "piezas de trabajo en forma de barra" también debe comprender a los tubos. Las barras o tubos aquí en cuestión deben tener una longitud de, por ejemplo, 6 metros. Se deben rectificar en la rectificadora cilíndrica configurada según la invención de la barra bruta hasta una barra completamente repasada rectificando con baja tolerancia de diámetro. En este caso se puede conseguir una capacidad de arranque de viruta en un proceso asegurado con velocidad de la pieza de trabajo lo más baja posible. En la vista desde arriba los ejes longitudinales y de rotación de las muelas de regulación, de las muelas de rectificado y de la pieza de trabajo discurren en paralelo entre sí; lo mismo es válido también para la extensión longitudinal de la regla de soporte. En una vista lateral el eje longitudinal de la regla de soporte también puede discurrir ligeramente inclinado respecto al eje longitudinal de la pieza de trabajo conforme a la disminución de diámetro de la pieza de trabajo.

35 La invención se explica todavía más en detalle a continuación mediante un ejemplo de realización representado en las figuras. En los dibujos está representado lo siguiente:

50 Fig. 1 es una representación del rectificado "bajo el centro" según el estado de la técnica.

Fig. 2 muestra el modo de proceder según la invención.

Fig. 2 muestra el funcionamiento del dispositivo según la fig. 2 con dirección de rotación opuesta de la muela de rectificado.

Fig. 3 es una vista parcial perteneciente a la fig. 2 desde arriba de un dispositivo según la invención.

55 Fig. 4 sirve para la explicación del modo de proceder en un dispositivo según la invención, siendo esquemática la representación y no mostrando la asignación real de las piezas individuales entre sí.

Fig. 5a y 5bdetalles aclaratorios de una muela de regulación.

Fig. 6muestra un detalle del lado de entrada del dispositivo según la invención.

La fig. 1 muestra esquemáticamente el proceso del rectificado cilíndrico sin puntos en un dispositivo según el estado de la técnica. En un procedimiento de rectificado continuo, la pieza de trabajo 1 en forma de barra se mueve en este caso en la dirección de su eje longitudinal 2, es decir, perpendicularmente al plano del dibujo, a través de un tramo de rectificado que se forma por las muelas de regulación 3, muelas de rectificado 5 y regla de soporte 7. En el caso del dispositivo conocido, dos pares de muelas de regulación y rectificado 3, 5 están dispuestos con ello unas tras otras en la dirección del eje longitudinal de la pieza de trabajo 2. Durante el proceso de rectificado las muelas de regulación 3 rotan alrededor de sus ejes de rotación 4 y se aproximan en la dirección de aproximación 9 (eje X1) contra la pieza de trabajo, que de este modo se acciona en rotación alrededor de su eje longitudinal 2, véanse para ello también las flechas de dirección de rotación 12 y 13. Las muelas de rectificado 5 se accionan simultáneamente en rotación alrededor de sus ejes de rotación 6 y provocan el rectificado cilíndrico en caso de aproximación en su dirección de ajuste 10 (eje X2). La pieza de trabajo 1 en forma de barra descansa en este caso sobre la superficie de apoyo 8 de la regla de soporte 7.

Según la fig. 1 la muela de regulación 3 y la muela de rectificado 5 forman una hendidura de rectificado 15 que se extiende hacia abajo y que está cerrada abajo por la regla de soporte 7, en la medida en que la pieza de trabajo 1 en forma de barra se encierra y sujeta por contacto lineal con la muela de regulación 3, la muela de rectificado 5 y la superficie de apoyo 8 de la regla de soporte 7. El resultado del rectificado depende en fuerte medida del guiado seguro y una posición lo más tranquila posible de la pieza de trabajo 1 a pesar de su rotación y a pesar del proceso de rectificado, esto es válido en particular para la estabilidad dimensional, redondez y calidad superficial obtenibles. En este caso todavía se debe tener en cuenta que el diámetro de la pieza de trabajo 1 se modifica de forma continua durante el rectificado.

La disposición mostrada en la fig. 1 de la pieza de trabajo 1 en la hendidura de rectificado 15 se designa en la práctica como "disposición bajo centro". Con ello se considera que la pieza de trabajo 1 se sitúa en la hendidura de rectificado 15 por debajo de un plano de referencia 14 que discurre a través de los ejes de rotación 4, 6 de la muela de regulación y rectificado 3, 5, y que también la superficie de apoyo 8 de la regla de soporte 7 se sitúa por debajo de este plano 14. La designación sencilla "bajo centro" es válida sin embargo sólo cuando los ejes de rotación 4, 6 se sitúan conjuntamente en un plano al menos aproximadamente horizontal. Para otra asignación de los ejes de rotación 4, 6 se deberá formular algo más abstractamente que la posición de la pieza de trabajo 1 en la dirección radial en la hendidura de rectificado 15 formada por las muelas de regulación y rectificado 3, 5 se fija conforme a un plano de referencia 14 tendido por los ejes de rotación y accionamiento 4, 6 de las muelas de regulación y rectificado 3, 5, debiéndose situar el eje longitudinal de la pieza de trabajo 2 de forma apartada del plano de referencia 14 mencionado dentro de una zona parcial que se extiende de la hendidura de rectificado 15 mencionada entre el plano de referencia 14 y la superficie de apoyo 8 de la regla de soporte 7, véase para ello las características c y b en las reivindicaciones 1 y 17. Por consiguiente se considera el mismo hecho según se designa para el caso especial mencionado de forma simplificada con "disposición bajo centro".

En la disposición mostrada en la fig. 1, la pieza de trabajo 1 en forma de barra no puede migrar en la hendidura de rectificado 15 o abandonarla, ya que debería migrar hacia arriba en la hendidura de rectificado 15 que se estrecha y está bloqueada hacia abajo por la regla de soporte 7. La pieza de trabajo 1 está "empotrada" en cierto modo en la hendidura de rectificado 15. Por ello se puede trabajar con grandes fuerzas durante el accionamiento y rectificado de la pieza de trabajo 1. Las relaciones de fuerzas favorables permiten el uso de muelas de regulación 3 de acero, sin que exista el peligro del deslizamiento y resbalamiento.

Pero la fig. 1 muestra también los límites de los dispositivos conocidos cuando la pieza de trabajo 1 debe estar dispuesta durante el rectificado cilíndrico sin puntos en la hendidura de rectificado 15 entre el plano de referencia 14 y la superficie de apoyo 8 de la regla de soporte 7. Especialmente las piezas de trabajo 1 de diámetro de partida más pequeño van a parar cada vez más cerca del plano de referencia 14 y se sitúan luego en una zona de la hendidura de rectificado 15 en la que las superficies periféricas de la muela de regulación y rectificado 3, 5 se aproximan a un desarrollo perpendicular respecto al plano de referencia 14. El guiado de la pieza de trabajo 1 en la hendidura de rectificado 15 se vuelve inseguro de este modo, y ya no se excluye un resbalamiento de la pieza de trabajo 1 por encima del plano de referencia 14 hacia arriba. Finalmente ya no es posible un estrechamiento ulterior de la hendidura de rectificado 15 dado que luego se tocarían entre sí las muelas de regulación y rectificado 3, 5.

Posibilidades de procesamiento ampliadas se deducen del modo constructivo que está representado en las fig. 2, 2a y 3. En este caso la fig. 2a se corresponde con la vista frontal según la fig. 2, y fig. 3 es el detalle de una vista desde arriba de la partes funcionales determinantes de una rectificadora cilíndrica realizada según la invención. Las muelas de regulación 3 están dispuestas sobre un husillo de muelas de regulación 16 común y las muelas de rectificado 5 sobre un husillo de muelas de rectificado 17 común. Entre las muelas de regulación y rectificado 3, 5 individuales se sitúan espacios intermedios axiales 23, 24. Según muestra la fig. 3 de forma especialmente clara, el husillo de muelas de regulación 16 y el husillo de muelas de rectificado 17 están dispuestos discurriendo en paralelo a una distancia e, de modo que las muelas de regulación 3 individuales engranan en los espacios intermedios axiales 24 entre las muelas de rectificado 5, y a la inversa las muelas de rectificado 5 en los espacios intermedios axiales 23,

que están presentes entre las muelas de regulación 3.

Todas las muelas de regulación 3 se ponen en rotación conjuntamente través del husillo de muelas de regulación 16, asimismo todas las muelas de rectificado 5 a través del husillo de muelas de rectificación 17 común.

5 La pieza de trabajo 1 dibujada a trazos en la fig. 3, que se sitúa por debajo de las muelas de regulación y rectificado 3, 5, se pone en rotación de este modo y se rectifica, corriendo en la dirección de recorrido axial 22 a través de la hendidura de rectificado 15 y por consiguiente a través del tramo de rectificado.

10 Las ventajas de la disposición modificada se pueden distinguir inmediatamente a partir de la fig. 2. El engranaje recíproco de las muelas de regulación y rectificado 3, 5 conduce a zonas de solapamiento lateral 19 con la consecuencia de que la hendidura de rectificado 15 que se ensancha ya no comienza en el plano de referencia 14, sino esencialmente más profundamente. La pieza de trabajo 1 está en contacto por consiguiente con las superficies periféricas de las muelas de regulación y rectificado 3, 5 que discurren esencialmente más planas que en la fig. 1, aunque la pieza de trabajo en la fig. 2 tiene un diámetro menor que en la fig. 1.

15 Para la clarificación de este hecho, en las figuras 1 y 2 se dibuja cada vez un triángulo de cerco 20 ó 21, cuyos lados están formados a partir de las tangentes de contacto de la pieza de trabajo 1 en la muela de regulación y rectificado 3, 5, así como de la superficie de apoyo 8 de la regla de soporte 7. El ángulo superior de la punta que penetra en la hendidura de rectificado 15 es esencialmente mayor en el triángulo de cerco 21 de la rectificadora cilíndrica según la invención que en el triángulo de cerco 20 según el estado de la técnica. Evidentemente la pieza de trabajo 1 con el diámetro pequeño está sujeta con ello de forma fiable, estable y tranquila; por consiguiente se posibilita un modo de funcionamiento en el que la pieza de trabajo 1 rota alrededor del eje longitudinal 2 con la misma dirección de rotación 13 que las muelas de rectificado 5 alrededor de los ejes de rotación 6, de modo que el movimiento periférico en sentido contrario se produce en los puntos de ataque recíprocos, véase para ello las flechas de dirección de rotación 12 y 13. Justo tan adecuadamente es posible también el modo de funcionamiento con dirección de rotación opuesta, véase la fig. 2a. El "empotramiento" estable de la pieza de trabajo 1 en la hendidura de rectificado 15 crea la premisa para el trabajo con las muelas de rectificado CBN 5 que consiguen una elevada tasa de desprendimiento de virutas.

20

25

La figura 2a todavía muestra por lo demás otro detalle esencial. Según se desprende allí de la dirección de rotación 12 de la muela de rectificado 5, la circunferencia de la muela de rectificado 5 se mueve en su punto de contacto con la pieza de trabajo 2 hacia la hendidura de rectificado, es decir, hacia el plano de referencia 14. La muela de rectificado 5 ejerce por consiguiente un efecto de fuerza sobre la pieza de trabajo que conduce a una presión adicional de la pieza de trabajo sobre la muela de regulación 3. De este modo se reduce la fuerza con la que la pieza de trabajo 1 presiona sobre la superficie de apoyo 8 de la regla de soporte 7. Como resultado esto conduce a que se reduce el desgaste de la regla de soporte.

30

La disposición decalada recíprocamente en dirección axial de las muelas de regulación y rectificado 3, 5 significa para la pieza de trabajo 1 que existe el peligro de una flexión aunque pequeña, que podría empeorar en el caso más grave el resultado del rectificado. Esto se contrarresta una vez porque los diámetros del husillo de muelas de regulación y muelas de rectificado 16, 17 se dimensionan proporcional grandes. Por otro lado, la anchura axial b3 de las muelas de regulación 3 se realiza más grandes que la anchura axial b5 de las muelas de rectificado 5, para que la elevada fuerza de aproximación de las muelas de rectificación 5, que actúa durante el rectificado en la dirección radial, se puede absorber con seguridad por las muelas de regulación 3.

35

40 En el empeño de alejar las fuerzas de flexión de la pieza de trabajo 1, también se debe mantener lo más baja posible la amplitud s18 de la hendidura axial 18, que existe en las zonas de solapamiento laterales 19 entre las muelas de regulación 3 y las muelas de rectificación 5. En general no se puede plantear para ello una prescripción válida; pero se puede fijar de forma fiable mediante ensayos sin gastos mayores, cuan pequeña debe ser la amplitud de la hendidura s18 sin que las muelas de regulación y rectificado 3, 5 no se menoscaben mutuamente en su funcionamiento o incluso se toquen durante la operación de fabricación continua. Un valor orientativo para la práctica puede ser, por ejemplo, el rango entre 0,5 a 2 mm.

45

50 En la fig. 4 está representado el esquema de una rectificadora cilíndrica según la invención, en la que una hilera de tres muelas de regulación 3 coopera con una hilera de tres muelas de rectificado 5. La representación de la fig. 4 no se corresponde en este caso con la disposición real de las muelas de regulación y rectificado 3, 5. Para la mejor comprensión del funcionamiento se ha seleccionado mejor dicho una representación que se corresponde con una línea de sección en la fig. 2 a través del eje de rotación 4 de la muela de regulación 3, el eje longitudinal y de rotación 2 de la pieza de trabajo 1 y el eje de rotación 6 de la muela de rectificado 5. En este caso los tres ejes 4, 2 y 6 mencionados se sitúan sobre una recta común, y en la fig. 4 se clarifica la cooperación de las muelas 3, 5 con la pieza de trabajo 1.

55 Delante del tramo de rectificado representado en la fig. 4 puede estar puesto un dispositivo que le confiere un avance en su dirección longitudinal y de recorrido 2 ó 22 a la pieza de trabajo 1 en forma de barra. Dado que dispositivos semejantes pertenecen al estado de la técnica, aquí no se deben representar más detalladamente. El diámetro exterior de las muelas de rectificado 5 dispuestas sobre el husillo de muelas de rectificado 17 común

5 aumenta escalonadamente en la sucesión de la entrada E hacia la salida A del tramo de rectificado; lo mismo es válido para las muelas de regulación 3 dispuestas sobre el husillo de muelas de regulación 16 común. Dado que las muelas de regulación y rectificado 3, 5 se aproximan conjuntamente a través de sus husillo 16, 17 comunes, se forma una hendidura de rectificado 15 que se vuelve escalonadamente más estrecha de la entrada E hacia la salida A del tramo de rectificado. En tanto que la pieza de trabajo 1 en forma de barra corre continuamente en caso de muelas 3, 5 aproximadas a través de la hendidura de rectificado 15 (véase la fig. 2), se rectifica cilíndricamente, reduciendo su diámetro de un valor  $d_{2E}$  en la entrada E del tramo de rectificado a un valor  $d_{2A}$  en la salida A del tramo de rectificado.

10 La regla de soporte 7 se debe adaptar a su disminución del diámetro de la pieza de trabajo. Para ello puede estar colocada inclinada sobre toda la longitud del tramo de rectificado o componerse de secciones adaptadas individuales, que en la dirección de recorrido 22 siempre penetran gradualmente un trozo más en el canal de rectificado 15. La disminución del diámetro de la pieza de trabajo está representada en la fig. 4 fuertemente exagerado para que se pueda distinguir claramente el principio de funcionamiento.

15 Las muelas de rectificado 5 son muelas de rectificado CBN recubiertas galvánicamente, ligadas cerámicamente o ligadas metálicamente, que se prefieren debido a su elevada capacidad de arranque de viruta y su estabilidad. Las muelas de regulación 3 tienen un cuerpo base de acero y están provistas en su circunferencia exterior con un revestimiento de fricción que se puede componer de una capa CBN ligada galvánicamente. El revestimiento de fricción se configura en este caso convenientemente como perfil roscado 25, véase fig.5. En este caso el contorno exterior del perfil roscado 25 puede ser abovedado (fig. 5a) o rectilíneo (fig. 5b). Las formas representadas en la fig. 20 5a del contorno abovedado de la forma roscada muestran, por un lado, a la izquierda una forma bombeada "compuesta de elementos de forma redondos". La segunda realización a la derecha está compuesta de elementos rectilíneos. Pero también se pueden concebir mezclas de las formas de representación individuales. Las muelas de regulación así configuradas ejercen luego un empuje axial en la dirección de recorrido 22 sobre la pieza de trabajo 1 en forma de barra de manera similar a un tornillo transportador. Pueden apoyar o incluso sustituir con ello al dispositivo de avance ya mencionado, que se pone delante de la entrada E del tramo de rectificado. Además, es posible influir de forma dirigida en la velocidad de transporte de la pieza de trabajo en la hendidura de rectificado 15 a través del paso de rosca del perfil roscado 25, en conexión con la velocidad de rotación de las muelas de regulación 3. Finalmente el perfil roscado 25 de un revestimiento de fricción CBN en la circunferencia consabida también puede recibir los ensuciamientos en la pieza de trabajo 1 ya que el grano CBN sobresale del revestimiento.

30 En la entrada E del tramo de rectificado está dispuesto otro dispositivo 29 que se compone de un prisma de soporte 30 y un rodillo de presión 31, entre los que corre la pieza de trabajo 1 en forma de barra, véase la fig. 6. Con el dispositivo 29 se precentra la pieza de trabajo 1 en forma de barra e introduce de forma estable en la hendidura de rectificado 15. De este modo se realiza un rectificado dirigido de la pieza de trabajo 1, y se impide la tendencia al traqueteo durante el rectificado.

35 Cuando la pieza de trabajo 1 en forma de barra ha pasado el dispositivo 29 para el precentrado, llega como siguiente a la zona de acción de una muela de apoyo de entrada 26. Esta está montada de forma solidaria sobre el husillo de muelas de regulación 16, está puesta delante de las muelas de regulación 3 y se acciona en rotación junto con estas. La muela de apoyo de entrada 26 está provista de un revestimiento periférico elástico 27 y puede compensar la desviación lateral de una pieza de trabajo 1 no redonda, cuando ésta entra en el tramo de rectificado como barra bruta con su extremo frontal. De esta manera la pieza de trabajo 1 no redonda también se introduce de forma segura en la hendidura de rectificado 15.

45 En la salida A del tramo de rectificado está prevista una muela de apoyo de salida 28 en el lado de las muelas de rectificado 5. Esta montada de forma libremente rotativa sobre el husillo de muelas de rectificado 17, así no se acciona junto las muelas de rectificado 5. La muela de apoyo de salida 28 puede estar hecha de acero y obtiene su accionamiento rotativo por contacto con la pieza de trabajo 1; no tiene un perfil roscado en su circunferencia. El objetivo de la muela de apoyo de salida 28 consiste en compensar las fuerzas que actúan sobre la pieza de trabajo 1 en forma de barra en la salida A del tramo de rectificado. Una muela de rectificado 5 como última muela ejercería una fuerza lateral demasiado elevada sobre la pieza de trabajo 1 y la doblaría lateralmente. Sería similar con una muela de regulación 3 accionada como última muela. La disposición de una muela de apoyo de salida 28 de acero es especialmente razonable con el uso de muelas de rectificado CBN; dado que en éstas el diámetro sólo se reduce en una medida muy pequeña en el curso de su duración de uso; el efecto de la muela de apoyo de salida 28 luego queda casi invariable.

55 Un soporte de muelas de regulación no representado provoca la aproximación radial del husillo de muelas de regulación 16 con todas sus muelas de regulación 3 y la muela de apoyo de entrada 26 contra la pieza de trabajo; asimismo un soporte de muelas de rectificado no representado sirve para la aproximación radial del husillo de muelas de rectificado 17 con todas sus muelas de rectificado 5. Durante la operación de rectificado la posición de las muelas de regulación y rectificado 3, 5 no se debe modificar, o sólo de forma insignificante, radialmente respecto a la pieza de trabajo 1, dado que el diámetro de las muelas de rectificado CBN 5 queda casi invariable en el curso de su duración de uso. Una nueva aproximación sólo se necesita durante el cambio de las muelas de rectificado 5 o cuando se realiza un cambio a piezas de trabajos con otro diámetro. De todas formas no es necesario un reajuste constante de la muela de regulación y rectificación 3, 5 conforme al diámetro decreciente de la pieza de trabajo

durante el procedimiento de rectificado continuo, ya que la pieza de trabajo 1 en forma de barra migra en lugar de ello a través de una hendidura de rectificado 15 que se vuelve más estrecha de forma escalonada.

**Lista de referencias**

	1	Pieza de trabajo en forma de barra
5	2	Eje longitudinal de la pieza de trabajo
	3	Muela de regulación
	4	Eje de rotación de la muela de regulación
	5	Muela de rectificado
	6	Eje de rotación de la muela de rectificado
10	7	Regla de soporte
	8	Superficie de apoyo de la regla de soporte
	9	Dirección de aproximación de la muela de regulación
	10	Dirección de aproximación de la muela de rectificado
	11	Dirección de rotación de la muela de regulación
15	12	Dirección de rotación de la muela de rectificado
	13	Dirección de rotación de la pieza de trabajo
	14	Plano de referencia
	15	Hendidura de rectificado
	16	Husillo de muelas de regulación
20	17	Husillo de muelas de rectificado
	18	Hendidura axial
	19	Zona de solapamiento lateral
	20	Triángulo de cerco (estado de la técnica)
	21	Triángulo de cerco (invención)
25	22	Dirección de recorrido de la pieza de trabajo
	23	Espacio intermedio
	24	Espacio intermedio
	25	Perfil roscado
	26	Muela de apoyo de entrada
30	27	Revestimiento periférico elástico
	28	Muela de apoyo de salida
	29	Dispositivo para el precentrado
	30	Prisma de soporte
	31	Rodillo de presión
35	A	Salida del tramo de rectificado
	E	Entrada del tramo de rectificado
	d2E	Diámetro de la pieza de trabajo en la entrada del tramo de rectificado

## ES 2 455 975 T3

d2A	Diámetro de la pieza de trabajo en la salida del tramo de rectificado
b3	Anchura axial de las muelas de regulación
b5	Anchura axial de las muelas de rectificado
s18	Amplitud de la hendidura

5

**REIVINDICACIONES**

1.- Rectificadora cilíndrica sin puntos para el rectificado de piezas de trabajo en forma de barra con contorno exterior cilíndrico en el procedimiento de rectificado continuo, en la que están previstas las siguientes características:

5 a) un conjunto múltiple de muelas de regulación y rectificado (3, 5) accionadas en rotación, que están dispuestos opuestos entre sí a ambos lados de la pieza de trabajo (1) y con ejes de rotación (4, 6) que discurren en paralelo respecto a su eje longitudinal (2);

b) durante la operación de rectificado, las muelas de regulación y rectificado (3, 5) se aproximan de manera activa para accionamiento y rectificado contra la pieza de trabajo (1) que recorre el conjunto múltiple en su dirección longitudinal (2);

10 c) una regla de soporte (7) que sostiene la pieza de trabajo (1) está dispuesta dentro de la hendidura de rectificado (15) formada por las muelas de regulación y rectificado (3, 5) y que se extiende, de manera que el eje longitudinal (2) de la pieza de trabajo (1) siempre se sitúa, en referencia al plano de referencia (14) que discurre a través de los ejes de rotación (4, 6) de las muelas de regulación y rectificado (3, 5), de forma apartada de este plano (14) dentro de una zona parcial de la hendidura de rectificado (15) entre el plano de referencia (14) y la superficie de apoyo (8) de la regla de soporte (7);

15 d) cada una de las muelas de regulación y rectificado (3, 5) se sitúa a distancia lateral de su muela dispuesta adyacentemente, en la que la máquina rectificadora está

**caracterizada porque** están previstas las siguientes características suplementarias:

20 e) las muelas de regulación y rectificación (3, 5) están dispuestas decaladas una respecto a otra en dirección axial;

f) las muelas de regulación (3) penetran en los espacios intermedios (24) axiales entre las muelas de rectificado (5) y a la inversa.

25 2.- Rectificadora cilíndrica según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el motivo básico del conjunto múltiple comprende cada vez una hilera de dos o más muelas (3, 5), de lo que la una hilera con las muelas de regulación (3) está dispuesta en el un lado de la pieza de trabajo (1) y la otra hilera con las muelas de rectificado (5) está dispuesta enfrentada en el otro lado de la pieza de trabajo (1).

3.- Rectificadora cilíndrica según la reivindicación 2, **caracterizada porque** están presentes las siguientes características:

30 a) las muelas (3, 5) de cada hilera están dispuestas per se sobre un husillo (16, 17) común y accionadas en rotación;

b) para cada hilera está previsto un dispositivo que provoca la aproximación radial común de todas las muelas (3, 5) de una hilera independientemente de la aproximación radial de la otra hilera;

35 c) las muelas de regulación (3) y las muelas de rectificado (5) presentan diámetros crecientes escalonadamente en la dirección de recorrido axial (22) de la pieza de trabajo (1) conforme a la progresión del rectificado;

d) la regla de soporte (7) está adaptada con su superficie de apoyo (8) igualmente al diámetro de la pieza de trabajo (1) que decrece en su dirección longitudinal (2).

40 4.- Rectificadora cilíndrica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** las zonas de solapamiento laterales (19) de las muelas de regulación y rectificado (3, 5) están separadas unas de otras por hendiduras axiales (18), cuya amplitud (s18) sólo es tan grande que las muelas de regulación y rectificado (3, 5) no se menoscaban mutuamente en su funcionamiento o incluso se tocan durante la operación de fabricación continua.

5.- Rectificadora cilíndrica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada porque** la anchura axial (b5) de las muelas de rectificado (5) es menor que la anchura axial (b3) de las muelas de regulación (3).

45 6.- Rectificadora cilíndrica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada porque** las muelas de rectificado (5) son muelas de rectificado CBN recubiertas galvánicamente.

7.- Rectificadora cilíndrica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada porque** las muelas de rectificado (5) son muelas de rectificado CBN ligadas cerámicamente.

8.- Rectificadora cilíndrica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada porque** las muelas de rectificado (5) son muelas de rectificado CBN ligadas metálicamente.

50 9.- Rectificadora cilíndrica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada porque** las muelas de

regulación (3) están hechas de acero.

10.- Rectificadora cilíndrica según la reivindicación 9, **caracterizada porque** las muelas de regulación (3) están provistas en la circunferencia exterior de un perfil roscado (25) que ejerce un empuje axial en el sentido de la dirección de recorrido (22) sobre la pieza de trabajo (1) de forma similar a un tornillo transportador.

5 11.- Rectificadora cilíndrica según la reivindicación 9 ó 10, **caracterizada porque** la circunferencia exterior de la muela de regulación (3) o el perfil roscado está configurado como revestimiento de fricción, en tanto que se forma por otro material que acero.

12.- Rectificadora cilíndrica según la reivindicación 11, **caracterizada porque** la circunferencia exterior de la muela de regulación (3) o el perfil roscado se forma por una capa CBN ligada galvánicamente.

10 13.- Rectificadora cilíndrica según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 12, **caracterizada porque** en la entrada (E) del conjunto múltiple en la hilera de las muelas de regulación (3) delante de éstas está dispuesta una muela de apoyo de entrada (26) con un revestimiento periférico elástico (27), que está fijada junto con las muelas de regulación (3) sobre el husillo de muelas de regulación (16) y está accionada en rotación por éste.

15 14.- Rectificadora cilíndrica según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 13, **caracterizada porque** en la salida (A) del conjunto múltiple en la hilera de muelas de rectificado (5) detrás de éstas está montada una muela de apoyo de salida (28) de acero de forma libremente rotativa sobre el husillo de muelas de rectificado (17).

15.- Rectificadora cilíndrica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizada porque** delante del conjunto múltiple está dispuesto un dispositivo (29) para el precentrado de la pieza de trabajo (1) en forma de barra que desfila, que se compone de un prisma de soporte (30) y un rodillo de presión (31) asignado a éste.

20 16.- Rectificadora cilíndrica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizada porque** ésta está provista al inicio de la trayectoria de la pieza de trabajo de un dispositivo que le confiere un avance a la pieza de trabajo en su dirección longitudinal y de movimiento.

17.- Procedimiento para el rectificado sin puntos de piezas de trabajo en forma de barra con contorno exterior cilíndrico en el procedimiento de rectificado continuo, que se realiza con las siguientes etapas del procedimiento:

25 a) la pieza de trabajo (1) en forma de barra recibe un accionamiento de movimiento en su dirección longitudinal (2) y recorre una hendidura de rectificado (15) que está formada por un conjunto múltiple de muelas de regulación y rectificado (3, 5) rotativas, así como por una regla de soporte (7);

30 b) la posición de la pieza de trabajo (1) en la dirección radial en la hendidura de rectificado (15) que se extiende se fija en este caso conforme a un plano de referencia (14) tendido por los ejes de rotación y accionamiento (4, 6) de las muelas de regulación y rectificado (3, 5), en el que el eje longitudinal de la pieza de trabajo (2) se debe situar de forma apartada del plano de referencia (14) mencionado dentro de una zona parcial de la hendidura de rectificado (15) entre el plano de referencia (14) y la superficie de apoyo (8) de la regla de soporte (7), en el que el procedimiento está

**caracterizado porque** están previstas las siguientes características suplementarias:

35 c) las muelas de regulación (3) accionadas conjuntamente se sitúan a distancias axiales unas de otras sobre un husillo de muelas de regulación (16) común que discurre en paralelo al eje longitudinal (2) de la pieza de trabajo (1), y ponen en rotación la pieza de trabajo (1);

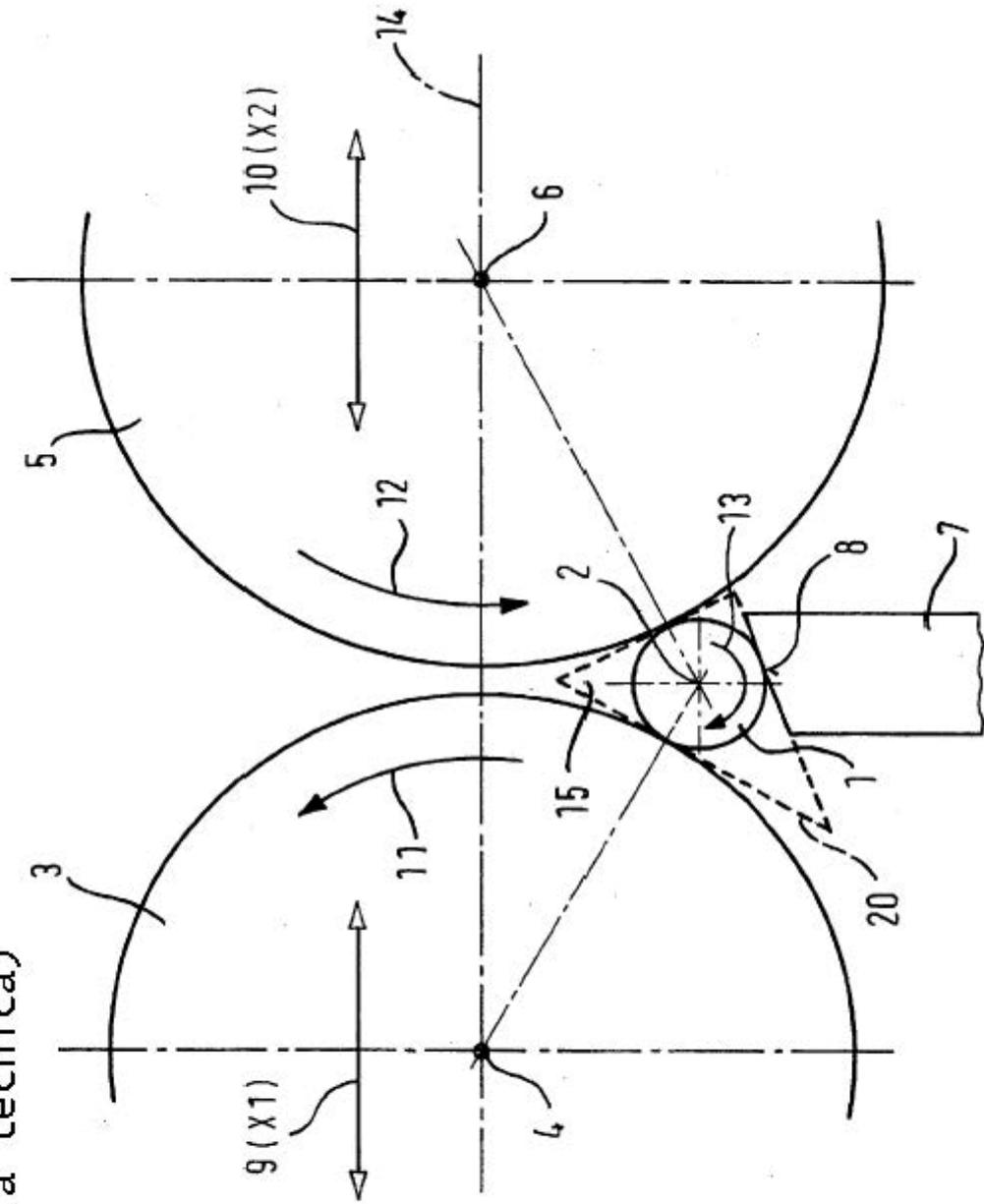
40 d) las muelas de rectificado (5) accionadas conjuntamente están dispuestas igualmente a distancias axiales unas de otras sobre un husillo de muelas de rectificado (17) común que discurren en paralelo al eje longitudinal (2) de la pieza de trabajo (1), y rectifican la pieza de trabajo (1);

e) las muelas de regulación y rectificado (3, 5) se disponen decaladas unas respecto a otras en dirección axial y adyacentes en dirección radial tan cerca que las muelas de regulación (3) penetran en los espacios intermedios (24) axiales entre las muelas de rectificado (5) y a la inversa;

45 f) las muelas de regulación (3) y las muelas de rectificado (5) presentan en la dirección de recorrido (22) de la pieza de trabajo (1) diámetros crecientes escalonadamente conforme a la progresión del rectificado, y la regla de soporte (7) está adaptada con su superficie de apoyo (8) igualmente al diámetro de la pieza de trabajo (1) que decrece en su dirección longitudinal.

50 18.- Procedimiento para el rectificado sin puntos según la reivindicación 17, **caracterizado porque** la dirección de movimiento de la circunferencia de la muela de rectificado, en el punto de su contacto con la pieza de trabajo (1), discurre en la dirección hacia el plano de referencia (14).

**Fig. 1**  
(Estado de la técnica)



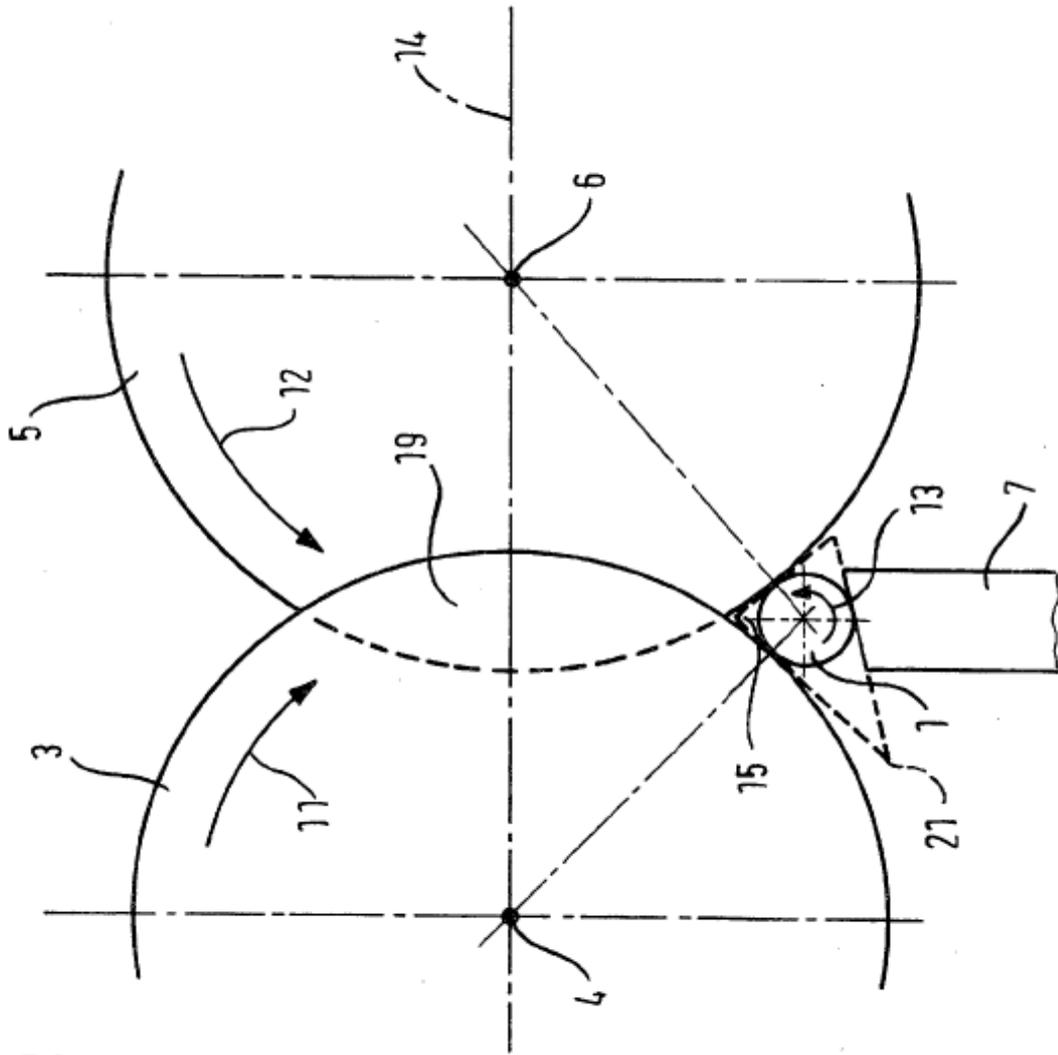


Fig. 2

Fig. 2a

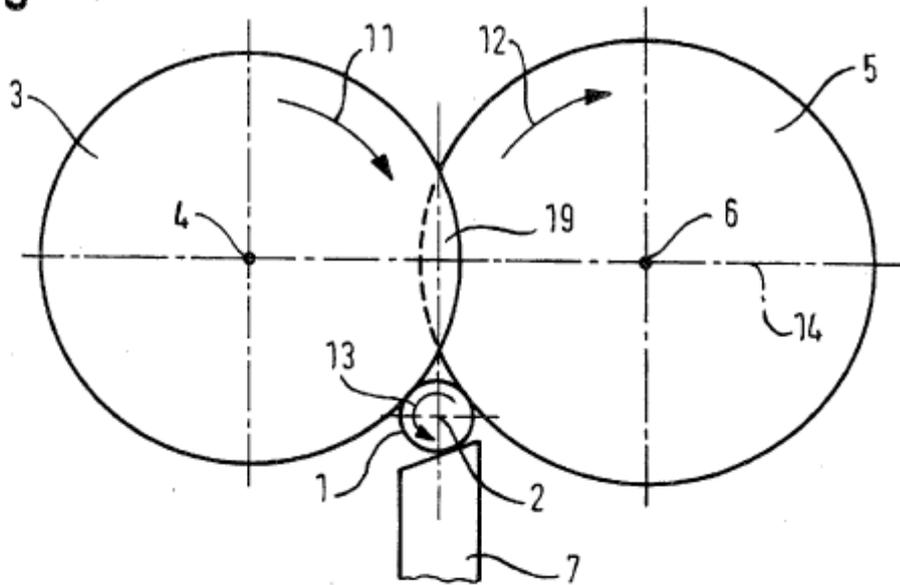
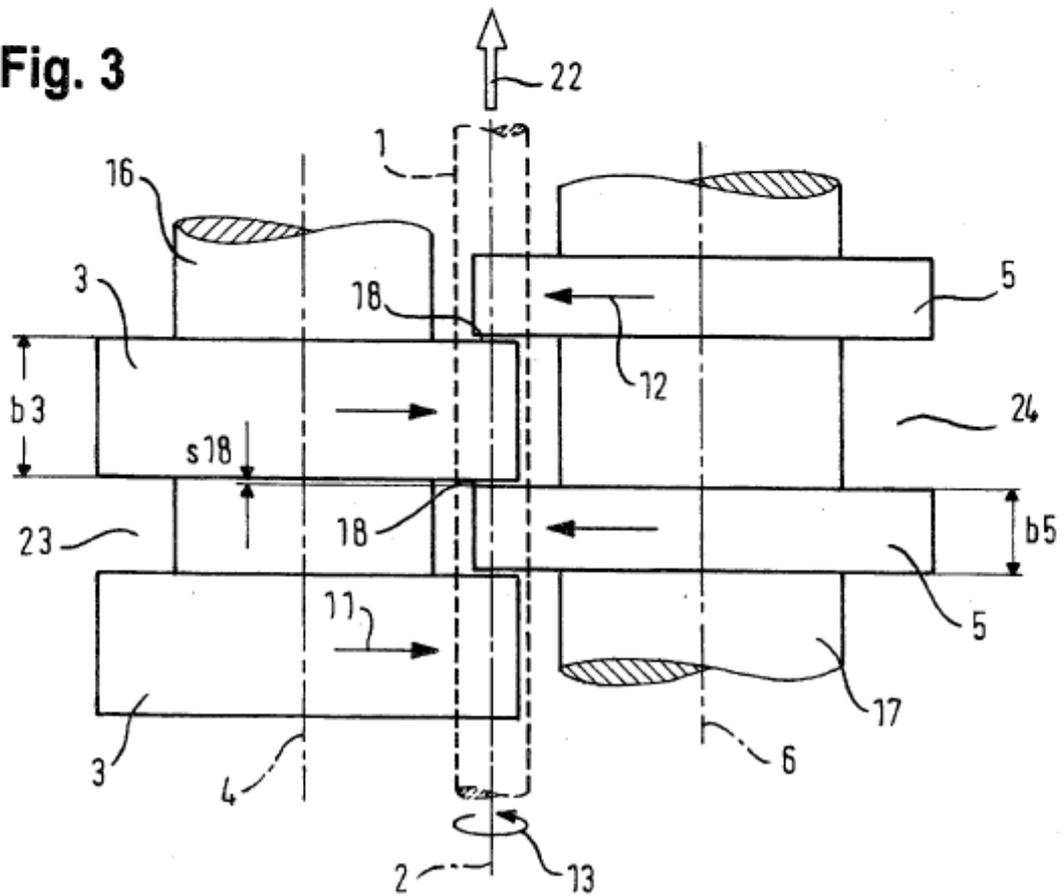
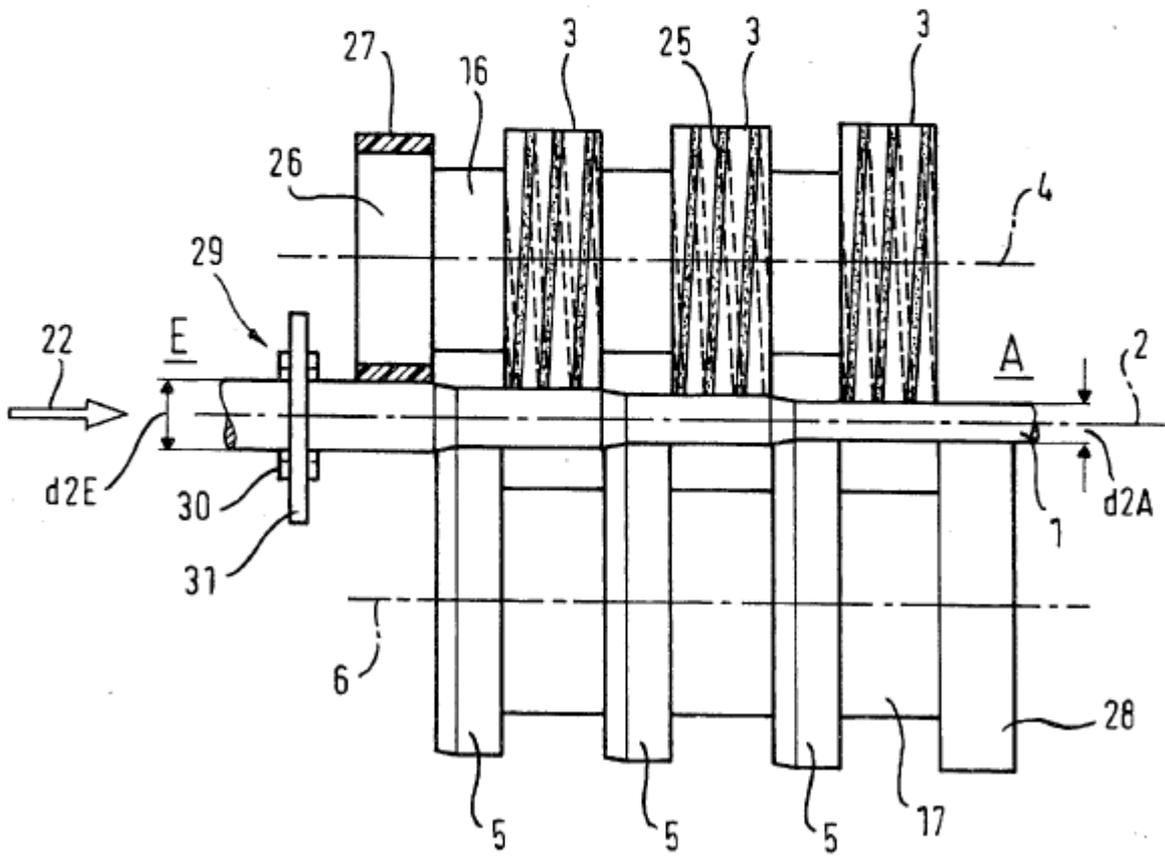


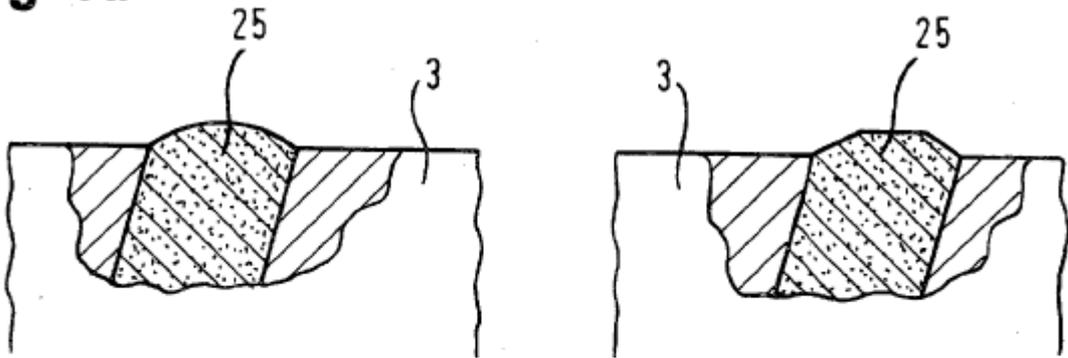
Fig. 3



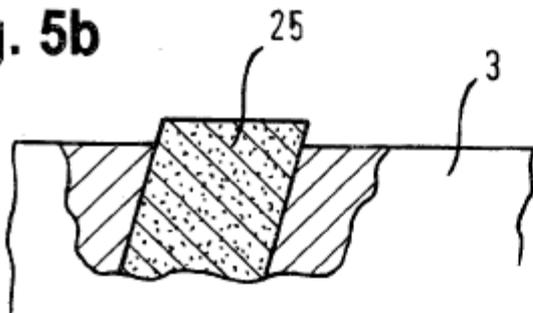
**Fig.4**



**Fig. 5a**



**Fig. 5b**



**Fig. 6**

