



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 312 392**

51 Int. Cl.:  
**B24B 53/075** (2006.01)  
**B24B 53/085** (2006.01)  
**B24B 19/02** (2006.01)  
**B23F 23/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01127086 .5**  
96 Fecha de presentación : **14.11.2001**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1312445**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.05.2003**

54 Título: **Procedimiento, dispositivo y software para el amolado perfilador y el rectificado simultáneo de la herramienta amoladora.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.03.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.03.2009**

73 Titular/es: **Klingelberg AG.**  
**Turbinenstrasse 17**  
**8005 Zürich, CH**

72 Inventor/es: **Boucke, Tobias;**  
**Ganahl, Patrick y**  
**Pellegrino, Fernando**

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 312 392 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, dispositivo y software para el amolado perfilador y el rectificado simultáneo de la herramienta amoladora.

5 La invención concierne a un procedimiento para el amolado perfilador y el rectificado simultáneo de la herramienta amoladora según el preámbulo de la reivindicación 9, así como a un sistema para realizar este procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 1. La invención, concierne, además, a un sistema de control por software según el preámbulo de la reivindicación 12 con el que puede realizarse un procedimiento de esta clase en un sistema adecuado. 10 Un ejemplo de un procedimiento, un sistema o un módulo de software de esta clase es conocido por el documento WO 98 02268.

### Antecedentes de la invención

15 Se ofrecen numerosas máquinas con las cuales se puede mecanizar una pieza de trabajo con ayuda de una herramienta amoladora. Tales máquinas se utilizan, por ejemplo, para el llamado amolado perfilador o conformador. Típicamente, la herramienta amoladora es movida por un sistema de control adecuado de la máquina a lo largo de la pieza de trabajo a mecanizar de modo que se genere el perfil deseado o la forma deseada.

20 Se conocen máquinas de amolado perfilador de configuraciones diferentes en las que se utiliza una muela abrasiva rotativa. Se emplean parcialmente muelas abrasivas que presentan al menos aproximadamente el contorno negativo del perfil que se ha de producir. En otros casos, se define nuevamente el contorno de la muela abrasiva por medio de un cálculo de penetración. En tales procesos de amolado y también en otros procesos de conformación la herramienta amoladora está sometida a cierto desgaste.

25 Por este motivo, las máquinas convencionales tienen un dispositivo de rectificado que se utiliza para preparar la herramienta amoladora. A este fin, se interrumpe el proceso de amolado propiamente dicho y se rectifica la herramienta amoladora por medio de la herramienta rectificadora. En las máquinas actuales el tiempo secundario originado por el rectificado se eleva hasta un 30% del tiempo de funcionamiento de la máquina. Durante el rectificado (también conocido como acondicionamiento) no se puede utilizar productivamente una máquina de esta clase. Se reduce así la rentabilidad de la máquina. Esto es desventajoso especialmente en el caso de máquinas complicadas con una demanda de inversión correspondientemente elevada. Además, se reduce el rendimiento de las máquinas debido al tiempo secundario. El documento WO 98 02268 revela una máquina de amolado perfilador que, al mismo tiempo realiza el amolado, puede ser rectificadora por medio de una muela rectificadora. Sin embargo, no se aborda el problema que se 35 presenta debido a que la muela rectificadora modifica la forma exterior de la muela abrasiva. Se originan así ciertas variaciones del perfil producido en la pieza de trabajo.

Un problema de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento para reducir el tiempo secundario ocasionado por el rectificado.

40 Un problema de la presente invención consiste en proporcionar un dispositivo en el que esté reducido su tiempo secundario originado por el rectificado.

Otro problema de la invención consiste en proporcionar un software correspondiente.

45 El problema se resuelve según la invención por medio de un dispositivo según la reivindicación 1, por medio de un procedimiento que comprende los pasos indicados en la reivindicación 9 y por medio de un módulo de software indicado en la reivindicación 12, respectivamente.

50 Una ventaja del procedimiento según la invención consiste en que no se tiene que interrumpir el proceso de amolado para realizar el rectificado. La máquina está disponible así durante un tiempo principal más largo, lo que tiene una influencia positiva sobre la productividad.

Ejecuciones ventajosas del dispositivo según la invención forman los objetos de las reivindicaciones 2 a 9.

55 Otras realizaciones ventajosas del procedimiento según la invención están reproducidas en las reivindicaciones 11 a 13.

Ejecuciones ventajosas del módulo de software pueden deducirse de las reivindicaciones 15 y 16.

60 Una ventaja de la invención consiste en que hace posible la mecanización de piezas de trabajo con alta precisión sin que tenga que interrumpirse el proceso de mecanización para realizar el rectificado.

65 La invención es adecuada para máquinas de amolado perfilador, especialmente para máquinas de fabricación de dentados. Según la invención, se pueden mecanizar, por ejemplo, ruedas dentadas con dentado tanto recto como oblicuo.

## ES 2 312 392 T3

La invención puede utilizarse de manera ventajosa en máquinas de mecanización como las que se utilizan en numerosas empresas industriales y de fabricación.

### 5 Dibujos

En lo que sigue se describen con más detalle ejemplos de realización de la invención haciendo referencia a los dibujos. Muestran:

10 La figura 1, una primera forma de realización según la presente invención;

La figura 2A, un alzado lateral esquemático de la primera forma de realización;

15 La figura 2B, una vista en planta esquemática de la primera forma de realización;

La figura 2C, una representación esquemática en la que pueden apreciarse la zona de mecanización y la zona de rectificado según la invención;

20 La figura 3, una vista parcial esquemática de una segunda forma de realización conforme a la presente invención;

La figura 4, una vista parcial esquemática de una tercera forma de realización según la presente invención;

La figura 5, una cuarta forma de realización según la presente invención;

25 La figura 6, una primera forma de realización de un software según la presente invención;

La figura 7, una segunda forma de realización de un software según la presente invención;

30 La figura 8, una primera forma de realización de una muela abrasiva según la presente invención;

La figura 9A, una primera forma de realización de una muela rectificadora según la presente invención;

La figura 9B, una segunda forma de realización de una muela rectificadora según la presente invención;

35 La figura 10A, un ejemplo de diagrama para representar la velocidad periférica de una muela abrasiva en función del diámetro de dicha muela abrasiva y de la velocidad de rotación del husillo de la muela abrasiva según la presente invención; y

40 La figura 10B, un ejemplo de diagrama para representar la velocidad periférica de una muela rectificadora en función del diámetro de dicha muela rectificadora y de la velocidad de rotación del husillo de la muela rectificadora según la presente invención.

### Descripción detallada

45 En aras de una mayor sencillez, en la siguiente descripción se habla principalmente de la mecanización perfiladora o conformadora de ruedas dentadas. Sin embargo, la invención se puede aplicar también a la mecanización perfiladora o conformadora de otras piezas de trabajo. Los términos conformación y perfilado se consideran aquí como sinónimos.

50 Según la invención, una muela abrasiva sirve de herramienta amoladora. La muela abrasiva puede tener, por ejemplo, aproximadamente el contorno negativo del perfil a producir (una muela abrasiva de esta clase se llama también muela abrasiva de forma), o bien el contorno de la muela abrasiva se obtiene y define por medio de un cálculo de penetración. En relación con la presente invención, se pueden utilizar todas las clases de muelas abrasivas rectificables para la mecanización conformadora de una pieza de trabajo. Especialmente adecuadas son muelas abrasivas rectificables  
55 tales como muelas abrasivas de corindón fino, muelas de carburo de silicio y muelas abrasivas cerámicas.

En la figura 1 se muestra un primer sistema 10 según la invención para la mecanización de piezas de trabajo. El sistema 10 mostrado comprende una bancada de máquina 12. La pieza de trabajo a mecanizar (no mostrada) se apoya hidrostáticamente sobre una mesa redonda 11. La mesa redonda 11 es movida por medio de un accionamiento.  
60 Opcionalmente, la bancada de la máquina está provista de una sufridera 13 (también llamada contrasoposte) para poder inmovilizar mejor la pieza de trabajo sobre la mesa redonda. A este fin, la sufridera 13 está equipada por un manguito portahusillo 9. Sobre la bancada 12 de la máquina está apoyado hidrostáticamente un soporte 14. El soporte 14 puede ser movido por un accionamiento en la dirección Y. El soporte 14 lleva un carro de avance 15 con un dispositivo de basculación 16. En el dispositivo de basculación 16 está fijado un husillo de amolado 17 con una muela abrasiva  
65 18. La muela abrasiva 18 puede ser puesta en rotación D por medio de un accionamiento. Esta muela gira entonces alrededor del eje de rotación U. El dispositivo de basculación 16 lleva también un aparato rectificador 19 con una muela rectificadora 20. La muela rectificadora 20 puede ser puesta en rotación E por medio de un accionamiento. Esta muela gira entonces alrededor del eje de rotación P.

## ES 2 312 392 T3

En las figuras 2A y 2B se muestran detalles del sistema 10 en una representación fuertemente esquematizada. En la figura 2A se muestra el modo en que la muela abrasiva 18 encaja lateralmente en la pieza de trabajo 21 que se ha de mecanizar. Como se ha insinuado, la pieza abrasiva consiste en una rueda dentada con dentado exterior que está montada sobre la mesa redonda 11. La muela abrasiva 18 gira en la dirección de la flecha D. En un lado alejado de la pieza de trabajo 21 se rectifica al mismo tiempo la muela abrasiva 18. A este fin, la muela rectificadora 20 es puesta en movimiento de rotación (véase la flecha E) y es guiada por un accionamiento adecuado con sistema de control asistido por software (por ejemplo, un sistema de control NC) a lo largo del contorno de la muela abrasiva 18. En la figura 2B se muestra una vista en planta esquemática de la muela abrasiva 18 y la muela rectificadora 20. La muela rectificadora 20 puede ser movida a lo largo de los ejes X' e Y'. Con un sistema de mando adecuado, se puede copiar así el contorno de la muela abrasiva perfilada 18, tal como se insinúa por medio de la flecha 22. Mediante el proceso de rectificado se puede mejorar la capacidad de amolado de la muela abrasiva 18 y se puede definir de nuevo o restablecer su contorno.

En el procedimiento según la invención se realizan al mismo tiempo, al menos temporalmente, un amolado de conformación y un rectificado de la muela abrasiva 18. Durante el rectificado se quita material de la muela abrasiva 18 por medio de la muela rectificadora 20. Durante el rebajado realizado por la muela rectificadora 20 gira la muela abrasiva 18 para encajar después en la pieza de trabajo 21 en otro sitio (por ejemplo, en el lado opuesto) y perfilar dicha pieza. Cuando la muela rectificadora 20 modifica mínimamente la forma exterior de la muela abrasiva 18, esta modificación se transmite también directamente a la pieza de trabajo 21. Se producen así ciertas variaciones del perfil generado en la pieza de trabajo 21. Únicamente cuando ha concluido un proceso de rectificado completo se puede partir, durante cierto tiempo, de la consideración de que la muela abrasiva 18 presenta el perfil pretendido.

Según la invención, se ejecuta un proceso de corrección para reducir o eliminar enteramente las variaciones generadas en la pieza de trabajo 21 durante el proceso de rectificado. Existen al menos tres enfoques diferentes (corrección final, corrección intermitente o corrección simultánea) para la realización del procedimiento de corrección según la invención.

La ejecución más sencilla del procedimiento de corrección se basa en una pasada de corrección final en la que se copia el perfil completo de la pieza de trabajo 21. Se eliminan entonces las variaciones en el perfil. Es recomendable realizar esta pasada de corrección final con una muela abrasiva nueva 18 o bien emplear una muela abrasiva justo recién rectificadora.

Otro procedimiento de corrección -llamado corrección intermitente- está subdividido en varias secuencias de corrección. En este caso, se almacena por el sistema 10 una información por medio de la cual se pueden identificar más tarde los tramos perfilados (por ejemplo, los dientes de una rueda dentada) cuyo perfil fue producido mientras se desarrollaba el proceso de rectificado. En estos tramos perfilados se puede partir de la consideración de que con la eliminación de material durante el rectificado se ha llegado a variaciones del perfil de la pieza de trabajo. Una vez que se ha rectificado de nuevo la muela abrasiva 18, se pueden atacar de nuevo los tramos perfilados correspondientemente preseñalados (almacenados en el sistema 10) y éstos pueden ser reperfilados. A este fin, el sistema puede estar equipado con un medio de memoria, tal como una memoria de semiconductor o un disco duro.

En el procedimiento de corrección simultánea se aplican algoritmos de cálculo para lograr las variaciones del perfil en la pieza de trabajo originadas por el rectificado mediante una activación y variación correspondientes del movimiento relativo de la muela abrasiva 18 con respecto a la pieza de trabajo 21 que se ha de perfilar. Mediante el movimiento relativo modificado se pueden compensar las variaciones ocasionadas por la forma modificada de la muela abrasiva durante el rectificado. Aparte o además del procedimiento de corrección puramente analítico, se pueden utilizar también sensores, por ejemplo en forma de una cámara CCD de alta resolución. Por medio de tales sensores se pueden reconocer y eventualmente remecanizar variaciones en el perfil de la pieza de trabajo 21. Es posible también realizar posteriormente mediciones en un dispositivo de medición separado o en un dispositivo de medición integrado para iniciar entonces eventualmente medidas de corrección.

Es imaginable también una combinación de los tres procedimientos de corrección.

Además de los procedimientos de corrección descritos, es posible realizar una corrección que tenga en cuenta el hecho de que, debido al rectificado, se produce una acción de fuerza sobre la muela abrasiva 18. Debido a la presión de apriete de la muela rectificadora 20 se puede producir en ciertas circunstancias un ligero decalaje de la muela abrasiva 18 o un ligero error angular en la mecanización de la pieza de trabajo 21. Tales imprecisiones de mecanización pueden determinarse por vía analítica y puede compensarse mediante una corrección adecuada del desarrollo del movimiento de la muela abrasiva 18 a lo largo de la pieza de trabajo 21. A este fin, se puede utilizar un módulo de software correspondiente.

Debido a la disposición especial de los diferentes componentes móviles del sistema 10, la muela abrasiva rotativa 18 puede realizar un movimiento relativo con respecto a la pieza de trabajo 21 a mecanizar a fin de ejecutar un proceso de amolado perfilador. Al mismo tiempo, el aparato rectificador 19 puede realizar un movimiento relativo de la muela rectificadora 20 con relación a la muela abrasiva 18 a fin de ejecutar un proceso de rectificado con la muela rectificadora 20 en la muela abrasiva 18. Es importante que el aparato rectificador 19 esté dispuesto en el espacio de modo que no estorbe al proceso de amolado rectificador propiamente dicho. Idealmente, el rectificado se efectúa en un lado de la muela abrasiva 18 que está alejado del punto en el que dicha muela abrasiva 18 encaja en la pieza de trabajo 21 para la conformación de la misma. Se definen para la muela abrasiva 18 una llamada zona de rectificado A y una zona de

## ES 2 312 392 T3

mecanización B, tal como se muestra, por ejemplo, en la figura 2C. Según la invención, la zona de mecanización B abarca típicamente un intervalo angular  $\beta$  con respecto a la muela abrasiva 18 entre 30 grados y 180 grados. La zona rectificadora A abarca típicamente un intervalo angular  $\alpha$  entre 20 grados y 90 grados. Es importante que la zona de rectificado A no se solape con la zona de mecanización B.

5 Preferiblemente, el aparato rectificador 19 está concebido de modo que pueda moverse solidariamente con la muela abrasiva 18 con respecto a la pieza de trabajo que se ha de mecanizar. En otras palabras, se conserva sustancialmente la posición del aparato rectificador con respecto a la muela abrasiva. Sin embargo, el aparato rectificador 19 ha de estar, además, en condiciones de realizar un movimiento relativo de la muela rectificadora 20 a lo largo del contorno  
10 de la muela abrasiva 18. Idealmente, el aparato rectificador presenta con este fin una unidad de movimiento de dos ejes (por ejemplo, en forma de un carro de movimientos perpendiculares que puede estar materializado, por ejemplo, por un servoaccionamiento NC).

Otro punto importante es el siguiente. Hay que tener en cuenta que el proceso rectificado ha de poder ejecutarse de modo que el rectificado sea realizado solamente por el movimiento de la muela rectificadora 20 con respecto a la muela  
15 abrasiva 18. No son adecuados procesos de rectificado convencionales en los que tiene que variarse la inclinación de la muela abrasiva 18 durante el rectificado, ya que, según la invención, la muela abrasiva 18 se encuentra al mismo tiempo acoplada con la pieza de trabajo 21 que se ha de mecanizar. Una inclinación de la muela abrasiva 18 conduciría a desviaciones no deseadas en el perfil que se desea lograr.

20 En otra forma de realización de la invención se utiliza una llamada rectificadora de forma 30. La rectificadora de forma 30 es una herramienta que (al menos aproximadamente) reproduce la forma negativa de la herramienta amoladora 18, tal como se representa esquemáticamente en la figura 3. La muela abrasiva 18 y la rectificadora de forma 30 están dispuestas una con relación a otra de modo que ambas se encuentren en un plano que corresponda  
25 al plano de simetría de las dos muelas 18 y 30 y que sea perpendicular a los ejes de rotación de dichas muelas 18 y 30. En la forma de realización mostrada es más sencilla la materialización del aparato rectificador, ya que solamente es necesario un movimiento paralelo al eje Y'. Preferiblemente, no sólo gira la muela abrasiva 18, sino también la rectificadora de forma 30.

30 En otra forma de realización se utilizan dos muelas rectificadoras. Las dos muelas rectificadoras pueden ser idénticas para hacer posible un rectificado simultáneo y por ambos lados de la muela abrasiva 18. Durante este proceso de rectificado se encuentra la muela abrasiva 20 en parte entre las dos muelas rectificadoras. En una forma de realización modificada el aparato rectificador está equipado con dos muelas rectificadoras diferentes. Se puede lograr así una flexibilidad adicional en lo que respecta al rectificado. Se puede realizar un primer paso de rectificado con una primera de  
35 las dos muelas. Sigue luego un segundo paso de rectificado para hacer posible, por ejemplo, una remecanización. Sin embargo, se pueden utilizar también alternativamente las dos muelas rectificadoras para poder realzar mejor perfiles complicados (como, por ejemplo, cavidades o variaciones de radio en la zona de flancos).

40 En la figura 4 se muestra esquemáticamente otra forma de realización. Los componentes mostrados son parte integrante de un sistema para la mecanización perfiladora de piezas de trabajo. En la vista fragmentaria mostrada la pieza de trabajo 33 se ilustra en sección. Se trata de una pieza de trabajo 33 de forma anular que está provista de dientes 34 en el lado interior. La pieza de trabajo 33 descansa sobre una base 35 de forma anular que a su vez está fijada a la mesa redonda 11 (no mostrada en la figura 4). Se introduce desde arriba una muela abrasiva 18 en la abertura interior de la pieza de trabajo 33 para generar con un movimiento relativo adecuado el perfil deseado del dentado interior.  
45 El proceso de amolado es comparable con el proceso de amolado para generar un dentado exterior. A este fin, la muela abrasiva 18 está suspendida por medio de un brazo 32. Este brazo 32 está representado en forma fuertemente esquematizada. Idealmente, el brazo 32 está montado de forma giratoria sobre un carro y sobre la pieza de trabajo 33 para generar entre la muela abrasiva 18 y la pieza de trabajo 33 el movimiento relativo necesario para la generación del perfil. Además, en la zona de la muela abrasiva 18 está dispuesto un aparato rectificador con una muela rectificadora  
50 31. La muela rectificadora 31 se mueve solidariamente con la muela abrasiva 18 dentro de la abertura de la pieza de trabajo 33. Por otra parte, la muela rectificadora 31 se puede mover de tal manera que se haga posible un movimiento relativo necesario para el rectificado entre la muela rectificadora 31 y la muela abrasiva 18.

55 En la figura 5 se muestra en forma fragmentaria otro sistema 40 según la invención. En el sistema 40 mostrado el aparato rectificador 43 está asentado con la muela rectificadora 42 por encima de la muela abrasiva 41. El accionamiento y la suspensión de la muela rectificadora se encuentran a mano izquierda, mientras que el accionamiento y la suspensión de la muela abrasiva 41 están dispuestos en el lado derecho. Mediante esta disposición mutuamente decalada se puede ganar espacio adicional. En el ejemplo mostrado la zona de rectificado A definida por el ángulo  $\alpha$  es sensiblemente más pequeña que la zona de mecanización B definida por el ángulo  $\beta$ . Las dos zonas A y B no se  
60 solapan. Mientras que, en el área de la zona de mecanización, la muela abrasiva 41 encaja en una pieza de trabajo a mecanizar (no mostrada), en el área de la zona de rectificado se puede desarrollar el proceso de rectificado.

Preferiblemente, el sistema comprende un sistema de mando CNC que activa el aparato rectificador y mueve así la muela rectificadora de manera correspondiente a lo largo de la muela abrasiva durante el proceso de rectificado.  
65 En la figura 6 se muestra como diagrama de bloques un ejemplo de un primer sistema de control por software. El sistema de control comprende un sistema de control CNC 60 que controla el proceso de amolado propiamente dicho, y un sistema de control CNC 61 para controlar el aparato rectificador. Además, el sistema de control comprende un módulo de corrección 62 que está unido tanto con el sistema de control CNC 60 como con el sistema de control CNC

## ES 2 312 392 T3

61. El módulo de corrección 62 determina durante el rectificado si y dónde se han producido variaciones en el perfil de la pieza de trabajo. Para hacer posible una remecanización o corrección, el módulo de corrección 62 del sistema de control CNC 60 suministra información de corrección.

5 En la figura 7 se muestra otro sistema de control según la invención. En el ejemplo representado se utiliza un único sistema de control CNC 70 que controla y regula tanto el proceso de amolado como el proceso de rectificado. En el ejemplo mostrado está pospuesto un módulo de corrección 71 que está diseñado para la realización de medidas de corrección. Opcionalmente, se puede utilizar un módulo de medida 72 que transmita valores de medida al módulo de corrección 71.

10 El sistema de control del aparato rectificador puede ampliarse o complementarse con un módulo de software que realice las medidas de corrección descritas. En otra forma de realización especial de la invención el módulo de software puede ofrecerle al usuario una posibilidad de selección para elegir uno o varios procedimientos de corrección. Esto se materializa preferiblemente sobre una pantalla por medio de una interfaz gráfica de usuario (GUI). El usuario del sistema puede configurar así individualmente el desarrollo del proceso. El módulo de software está unido tanto con el sistema de control del aparato rectificador como con el sistema de control de la muela abrasiva (como se muestra en las figuras 6 y 7) para hacer posible una correlación de la información necesaria para el procedimiento de corrección.

15 Preferiblemente, la muela rectificadora consiste en una muela cuyo diámetro es más pequeño que el diámetro de la muela abrasiva. En las figuras 9A y 9B se muestran dos ejemplos de muelas rectificadoras 90 y 91. La muela rectificadora puede tener típicamente un diámetro comprendido entre 10 mm y 300 mm, preferiblemente entre 50 mm y 200 mm. Típicamente, la muela abrasiva tiene un diámetro comprendido entre 50 mm y 500 mm, preferiblemente entre 180 mm y 400 mm. En la figura 8 se muestra un ejemplo de una muela abrasiva 80. La muela 80 mostrada tiene un diámetro de 400 mm. Además, la muela rectificadora tiene usualmente un menor radio de curvatura en la circunferencia exterior. La muela rectificadora es típicamente también más delgada que la muela abrasiva. El espesor de la muela rectificadora está típicamente entre 5 mm y 20 mm, mientras que el espesor de la muela abrasiva puede estar entre 8 mm y 100 mm.

20 En una forma de realización preferida la muela abrasiva gira con una velocidad de rotación que corresponde a una velocidad periférica  $v_u$  entre 0 y 80/s. Preferiblemente, la velocidad periférica  $v_u$  está comprendida entre 20 y 50/s. En la figura 10A se muestra un ejemplo de un diagrama para representar la velocidad periférica  $v_u$  de una muela abrasiva en función del diámetro de dicha abrasiva (200 mm, 250 mm, 300 mm, 400 mm) y la velocidad de rotación  $n_{\text{husillo}}$  del husillo de amolado según la presente invención. La figura 10B muestra en un ejemplo de un diagrama la velocidad periférica de una muela rectificadora en función del diámetro de dicha muela rectificadora (160 mm ó 200 mm) y la velocidad de rotación del husillo rectificador  $n_{\text{husillo}}$  según la presente invención. En un ejemplo de una forma de realización la muela rectificadora gira con una velocidad de rotación que corresponde a una velocidad periférica  $v_u$  comprendida entre 0 y 53 m/s. Preferiblemente, la velocidad periférica  $v_u$  de la muela rectificadora está comprendida entre 80 y 95% de la velocidad periférica  $v_u$  de la muela abrasiva. La muela abrasiva y la muela rectificadora pueden ser accionadas en el mismo sentido o en sentidos contrarios, siendo lo importante siempre en último término el movimiento relativo entre la muela rectificadora y la muela abrasiva.

40 El proceso de rectificado según la invención puede durar entre 20 segundos y 5 minutos. Preferiblemente, el proceso de rectificado necesita entre 1 minuto y 1,5 minutos. Sin embargo, es imaginable también que se rectifique permanentemente durante el amolado.

45 Se pueden adoptar medidas tanto mecánicas como eléctricas, por ejemplo por medio de sensores adecuados, para impedir que la muela rectificadora entre en la zona de mecanización.

50 La invención puede aplicarse también a sistemas con otras configuraciones de eje, siendo de tener en cuenta que la división y disposición espaciales admitan que se utilice la muela rectificadora mientras la pieza de trabajo se encuentra en fase de mecanización por la muela abrasiva.

55 En otra forma de realización el aparato rectificador está realizado de modo que en situaciones críticas o en situaciones de mecanización relativamente restringidas, por ejemplo en el interior de una pieza de trabajo a mecanizar dicho aparato no pueda ser alejado de la zona de la muela abrasiva por efecto de un movimiento de abatimiento o de desplazamiento. Mediante esta forma de realización se obtiene una flexibilidad adicional en lo que concierne al campo de utilización del sistema completo.

60 Según la invención, la muela abrasiva no tiene que ser trasladada a una posición de rectificado especial para poder realizar allí el proceso de rectificado. Una ventaja de la invención consiste en que se pueden reducir o eliminar los tiempos muertos mediante la mecanización perfiladora y el rectificado realizados al mismo tiempo.

65

# ES 2 312 392 T3

## REIVINDICACIONES

1. Sistema (10; 40) de amolado perfilador con un husillo de amolado para soportar en forma giratoria una muela abrasiva (18; 41; 80), un dispositivo para soportar una herramienta rectificadora (20; 30; 42; 90; 91) y un sujetador (11; 35) para recibir e inmovilizar una pieza de trabajo (21; 33) a mecanizar, en donde el sistema (10; 40) presenta medios para hacer posible un movimiento relativo de la muela abrasiva (18; 41; 80) con respecto a la pieza de trabajo (21; 33) a mecanizar a fin de poder realizar con la muela abrasiva (18; 41; 80) un proceso de amolado perfilador en la pieza de trabajo (21; 33), en donde el sistema (10; 40) presenta unos medios adicionales para hacer posible un movimiento relativo de la herramienta rectificadora (20; 30; 42; 90; 91) con respecto a la muela abrasiva (18; 41; 80) a fin de poder realizar con la herramienta rectificadora (20; 30; 42; 90; 91), al mismo tiempo que el proceso de amolado perfilador, un proceso de rectificado en la muela abrasiva (18; 41; 80), **caracterizado** porque el sistema (10; 40) comprende un módulo de software (62; 71) para poder realizar uno o varios procedimientos de corrección a fin de reducir o eliminar completamente las imprecisiones de perfilado generadas en la pieza de trabajo (21; 31) durante la mecanización de amolado y el proceso de rectificado simultáneo.

2. Sistema (10; 40) según la reivindicación 1, en el que el dispositivo de soporte comprende un carro, preferiblemente un carro de dos ejes, y/o un husillo de rectificado.

3. Sistema (10; 40) según la reivindicación 1 ó 2, en el que se ejecuta el movimiento relativo de la herramienta rectificadora (20; 30; 42; 90; 91) con respecto a la muela abrasiva (18; 41; 80) de modo que se mejore durante el proceso de rectificado la capacidad de amolado de la muela abrasiva (18; 41; 80).

4. Sistema (10; 40) según la reivindicación 2, en el que sirve de herramienta rectificadora (20; 42) una muela rectificadora que es puesta en rotación por medio del husillo de rectificado al menos durante el proceso de rectificado.

5. Sistema (10; 40) según la reivindicación 1, 2 ó 4, en el que el sistema (10; 40) comprende un sistema de control de rectificado (61; 70) asistido por software que controla el movimiento relativo de la herramienta rectificadora (20; 30; 42; 90; 91) con respecto a la muela abrasiva (18; 41; 80).

6. Sistema (10; 40) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la muela abrasiva (18; 41; 80) hace posible una mecanización interior y/o exterior de la pieza de trabajo (21; 33) que se ha de mecanizar.

7. Sistema de amolado perfilador para mecanizar dentados exteriores y/o interiores, **caracterizado** porque comprende un sistema (10; 40) según una de las reivindicaciones 1 a 5.

8. Sistema de amolado perfilador según la reivindicación 7, **caracterizado** porque está diseñado para el amolado conformador de ruedas dentadas y/o tornillos sin fin.

9. Procedimiento de amolado perfilador con los pasos siguientes:

- accionamiento de una muela abrasiva (18; 41; 80) para ponerla en movimiento de rotación,

- desplazamiento de la muela abrasiva (18; 41; 80) con respecto a la pieza de trabajo (21; 33) a mecanizar para poner la muela abrasiva (18; 41; 80) en contacto con la pieza de trabajo (21; 33),

- control del movimiento relativo de la muela abrasiva (18; 41; 80) con respecto a la pieza de trabajo (21; 33) para ejecutar un proceso de amolado perfilador,

- accionamiento de una muela rectificadora (20; 30; 42; 90; 91) para ponerla en movimiento de rotación,

- desplazamiento de la muela rectificadora (20; 30; 42; 90; 91) con respecto a la muela abrasiva (18; 41; 80) para poner la muela rectificadora (20; 30; 42; 90; 91) en contacto con la muela abrasiva (18; 41; 80),

- control del movimiento relativo de la muela rectificadora (20; 30; 42; 90; 91) con respecto a la muela abrasiva (18; 41; 80) para ejecutar un proceso de rectificado durante el proceso de amolado perfilador, **caracterizado** porque

- se realiza un procedimiento de corrección para eliminar imprecisiones de perfilado en el perfil de la pieza de trabajo (21; 33) que se hayan originado durante el proceso de rectificado.

10. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que se realiza al menos uno de los procedimientos de corrección siguientes:

- corrección final que se ejecuta a la terminación del proceso de amolado perfilador,

- corrección intermitente que se ejecuta paso a paso en momentos diferentes durante el proceso de amolado rectificador,

## ES 2 312 392 T3

- corrección simultánea que se ejecuta durante el proceso de rectificado.

11. Procedimiento según la reivindicación 9 ó 10, en el que se mejora por medio del proceso de rectificado la capacidad de amolado de la muela abrasiva (18; 41; 80).

5

12. Módulo de software para uso en o con un sistema (10; 40) de amolado perfilador, en donde el sistema (10; 40) comprende

10

- una muela abrasiva giratoria (18; 41; 80),

- una muela rectificadora giratoria (20; 30; 42; 90; 91),

- un sujetador (11; 35) para recibir e inmovilizar una pieza de trabajo (21; 33) a mecanizar,

15

- un sistema de control (60; 70) para generar un movimiento relativo de la muela abrasiva (18; 41; 80) con respecto a la pieza de trabajo (21; 33) a mecanizar a fin de poder realizar con la muela abrasiva (18; 41; 80) un proceso de amolado perfilador en la pieza de trabajo (21; 33),

20

en donde se puede activar la muela rectificadora (20; 30; 42; 90; 91) por medio del módulo de software de tal manera que se ejecute un movimiento relativo de dicha muela rectificadora (20; 30; 42; 90; 91) con respecto a la muela abrasiva (18; 41; 80) para realizar con la muela rectificadora (20; 30; 42; 90; 91), al mismo tiempo que el proceso de amolado perfilador, un proceso de rectificado en la muela abrasiva (18; 41; 80), y **caracterizado** porque el módulo de software comprende un módulo de corrección (62; 71) que hace posible que se eliminen imprecisiones de perfilado en el perfil de la pieza de trabajo (21; 33) que se hayan producido durante el proceso de rectificado.

25

13. Módulo de software según la reivindicación 12, en el que el módulo de corrección (62; 71) hace posible la realización de al menos uno de los procedimientos de corrección siguientes:

30

- corrección final que se ejecuta a la terminación del proceso de amolado perfilador,

- corrección intermitente que se ejecuta paso a paso en momentos diferentes durante el proceso de amolado perfilador,

35

- corrección simultánea que se ejecuta durante el proceso de rectificado.

40

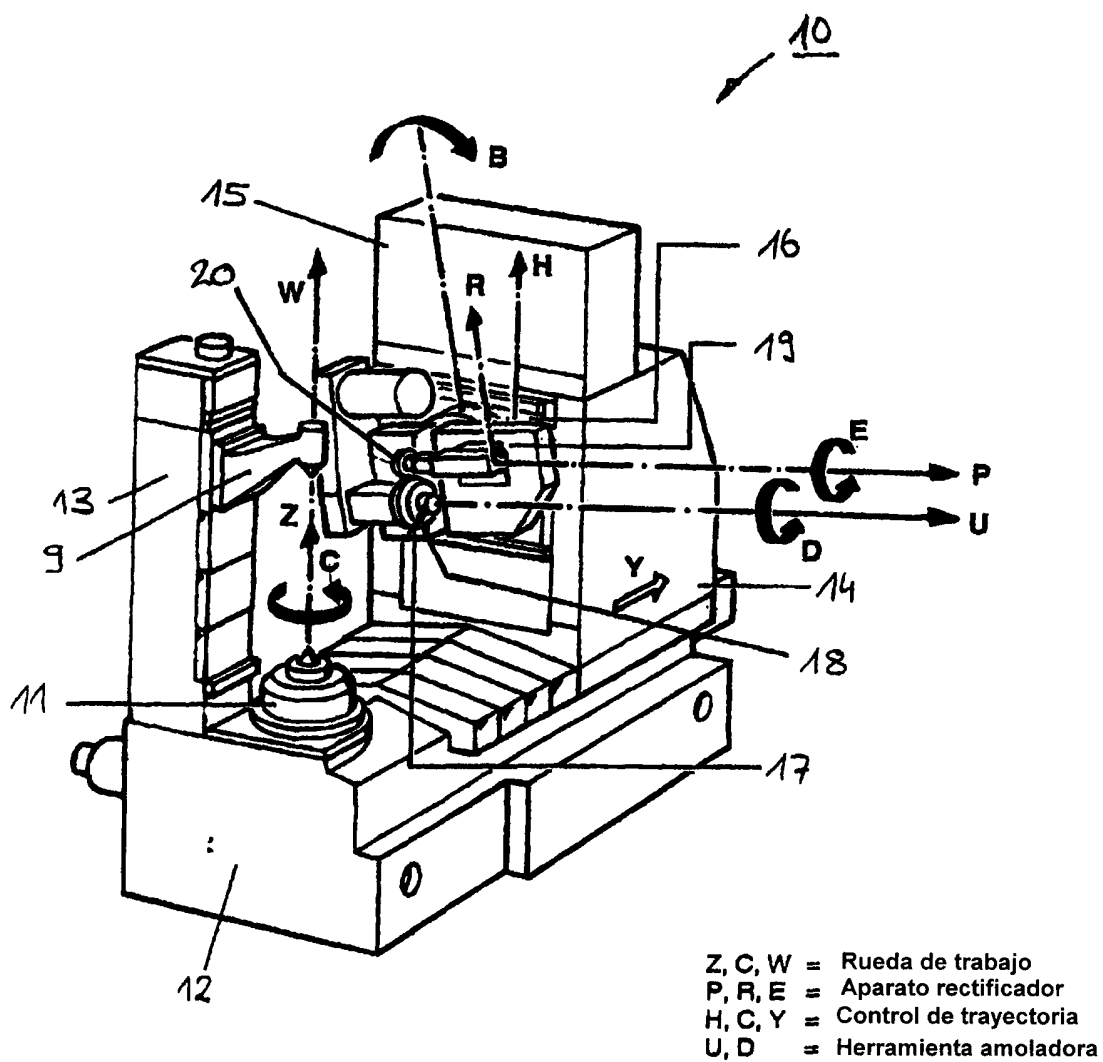
45

50

55

60

65



**FIG. 1**

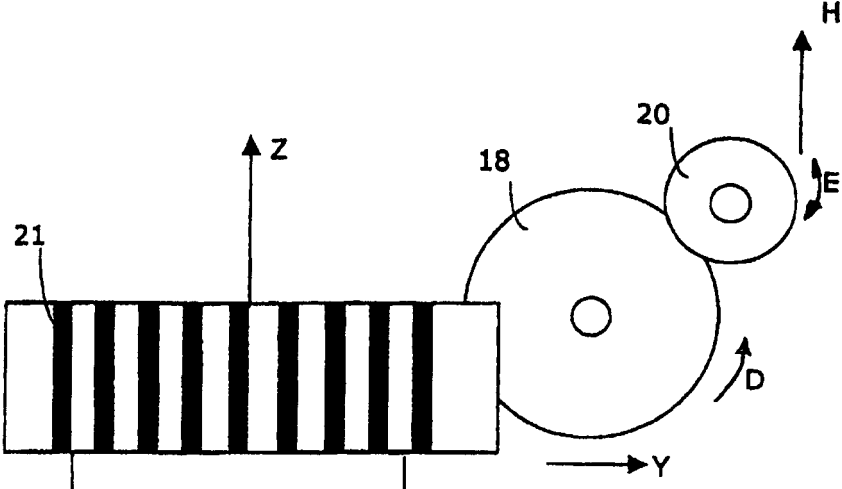


FIG. 2A

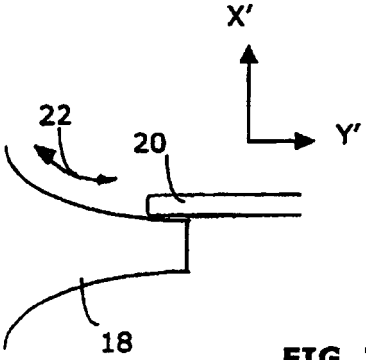


FIG. 2B

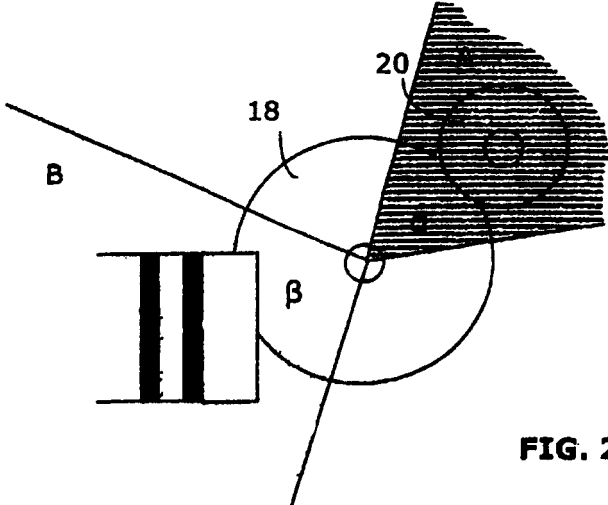
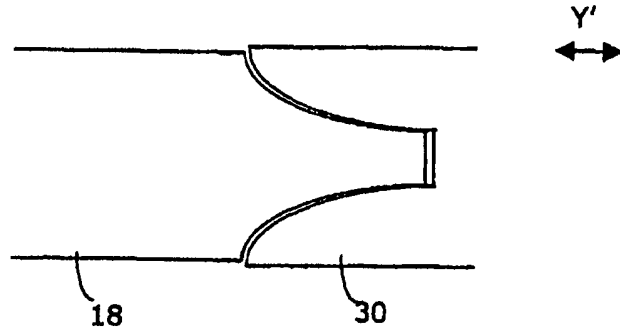
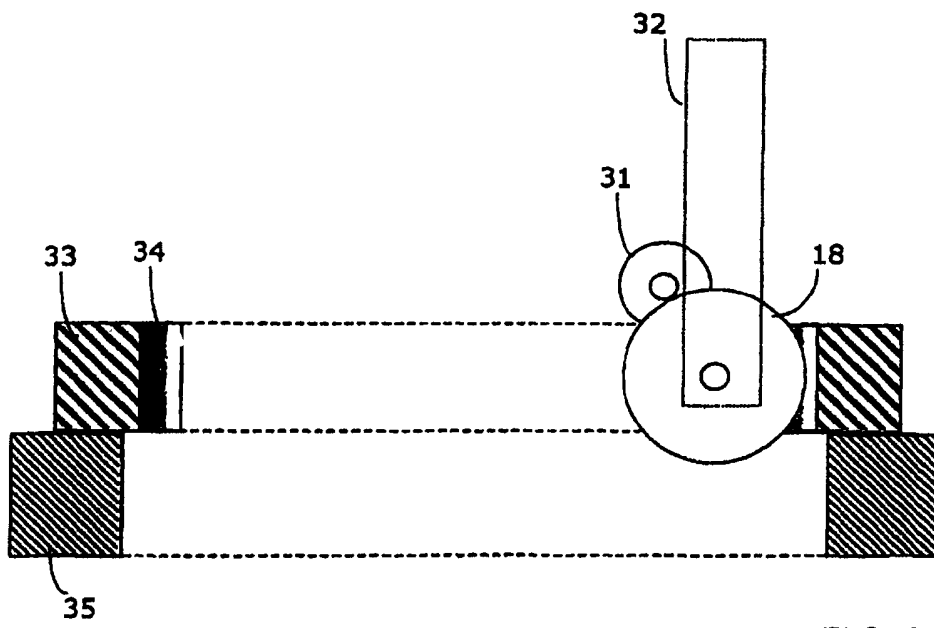


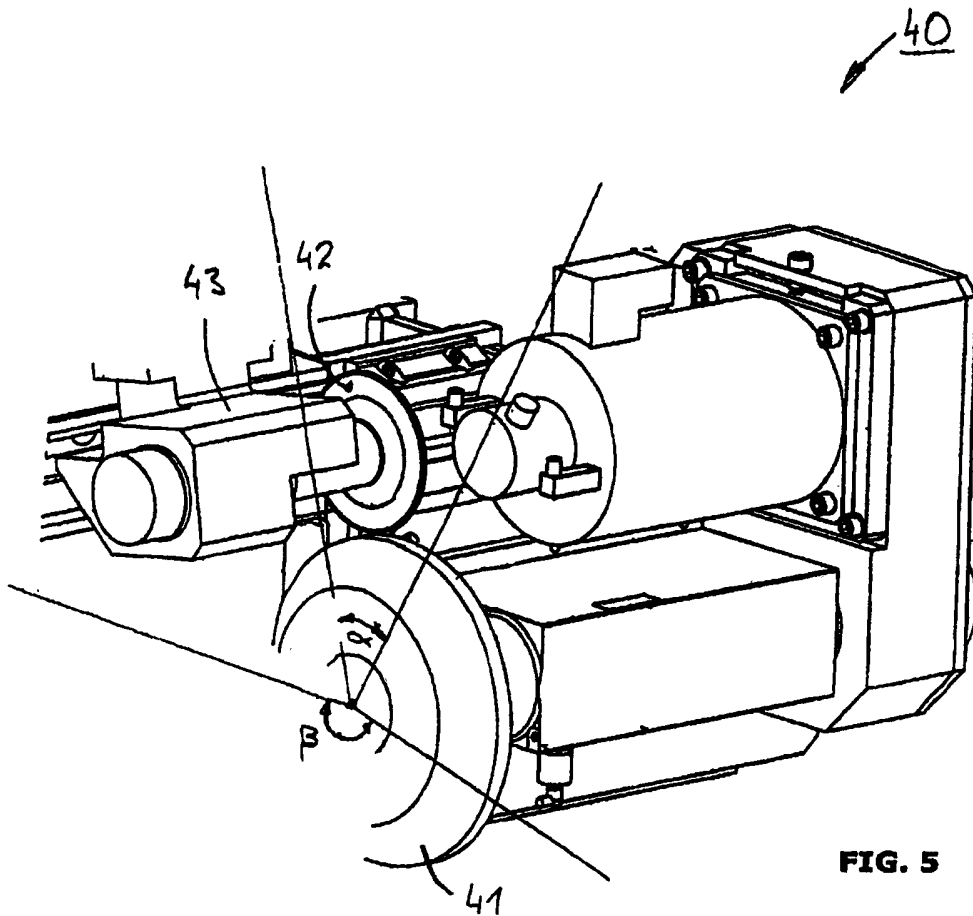
FIG. 2C



**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 5**

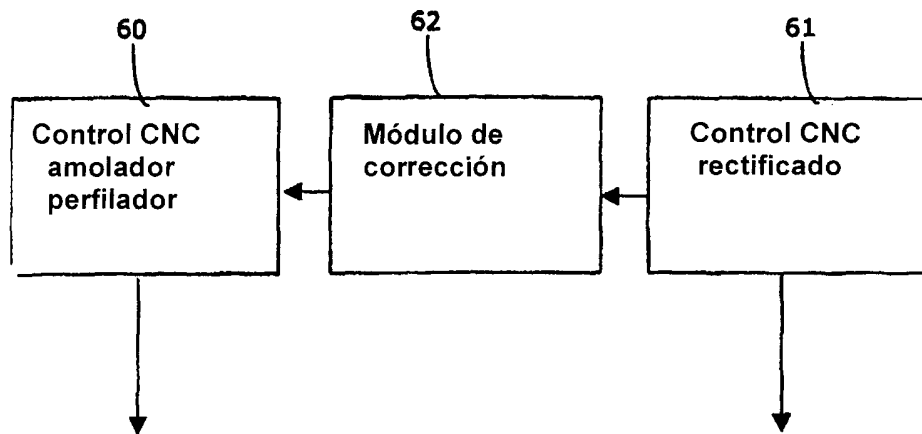


FIG. 6

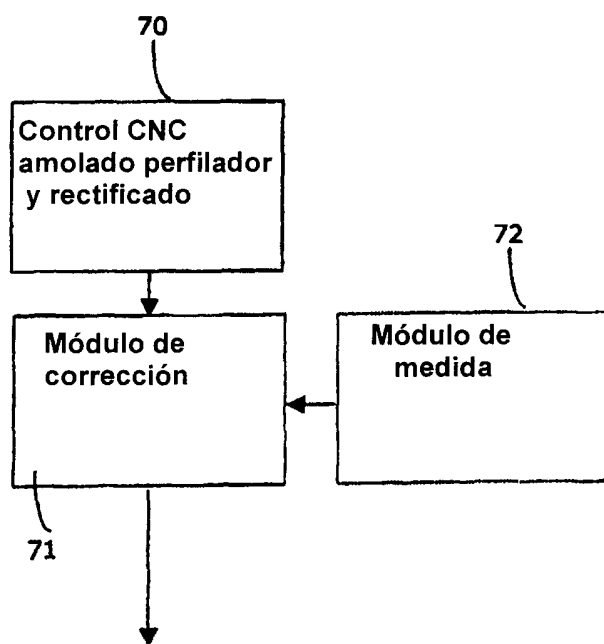


FIG. 7

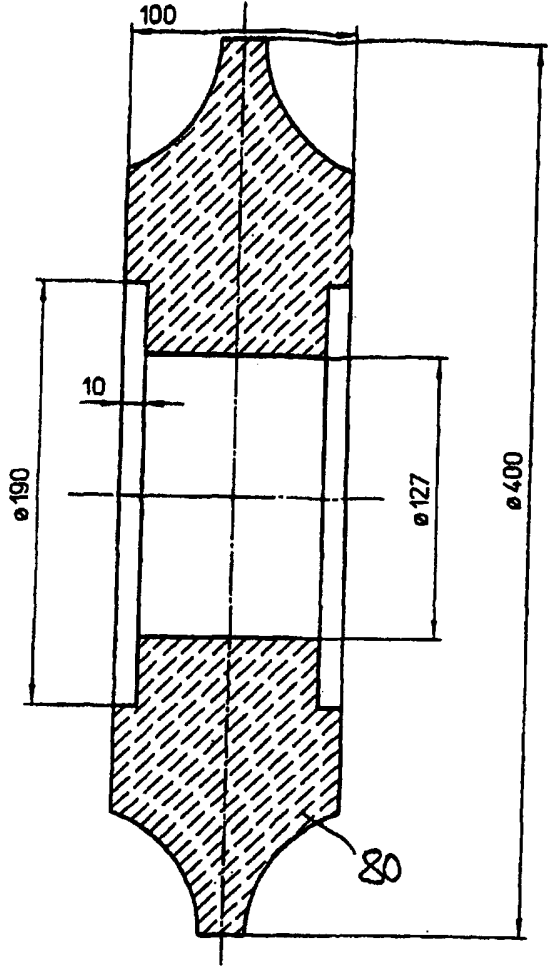


FIG. 8

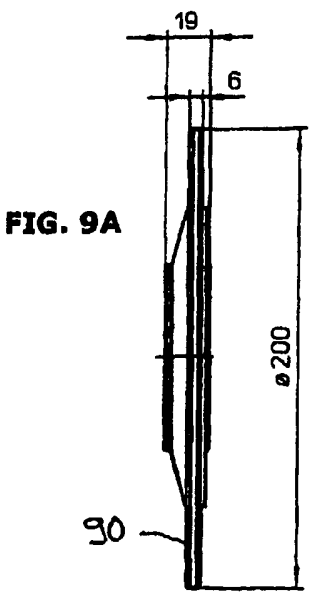


FIG. 9A

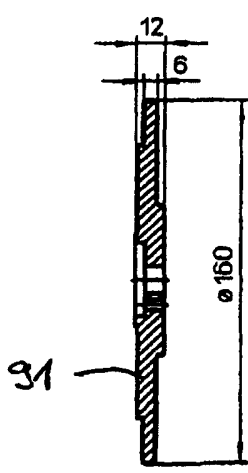


FIG. 9B

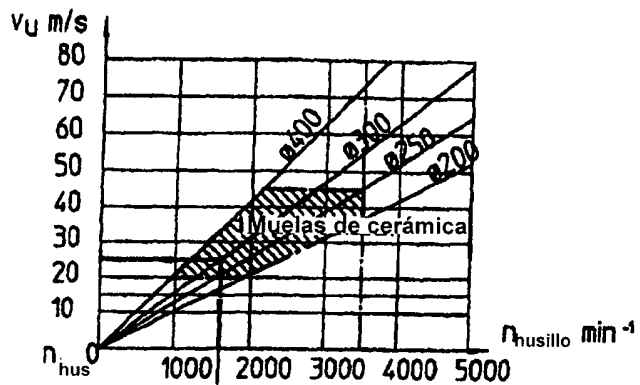


FIG. 10A

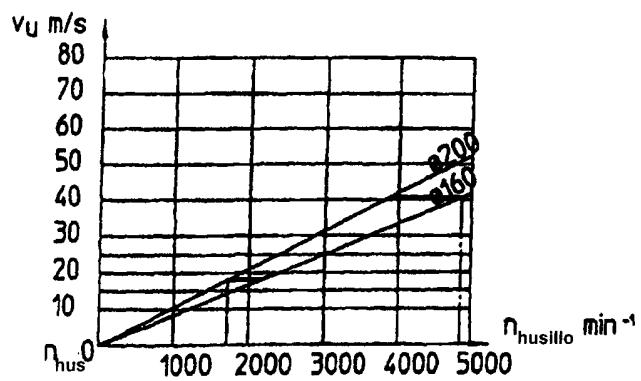


FIG. 10B