

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 849**

51 Int. Cl.:

**B24B 23/08** (2006.01)

**B24B 5/36** (2006.01)

**B23P 6/00** (2006.01)

**H01R 43/14** (2006.01)

**H02K 13/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.04.2016 PCT/EP2016/059638**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.11.2016 WO16174218**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.04.2016 E 16722577 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2020 EP 3288713**

54 Título: **Método de rectificad de anillo deslizante**

30 Prioridad:

**30.04.2015 NL 2014740**

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

**15.07.2020**

73 Titular/es:

**MERSEN BENELUX BV (100.0%)**

**Mercuriusweg 4-6**

**3113 AR Schiedam, NL**

72 Inventor/es:

**OVAERE, PETER JACQUES y**

**SCHEPENS, PIETER-JAN PATRICK**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 773 849 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**

Método de rectificado de anillo deslizante

5 Campo de la invención

Esta invención se refiere a métodos y materiales para la rectificación de los anillos deslizantes de un rotor generador, sin la necesidad de desmontar los anillos deslizantes del rotor del generador, y permitiendo que el proceso de rectificación se realice mientras el generador está en funcionamiento a plena carga. Como tal, los métodos y materiales de la presente invención difieren de la solución actual. Mientras permite la rectificación en línea de los anillos deslizantes, las soluciones actuales requieren rotaciones de baja velocidad y, en consecuencia, el apagado operativo del generador. Al permitir la rectificación en carga, la presente invención acorta en gran medida el tiempo de inactividad del generador y realiza el mantenimiento en los anillos deslizantes más allá del programa de mantenimiento estándar proporcionado.

15 Antecedentes de la invención

Cada deformación de un colector o anillos deslizantes de máquinas eléctricas rotativas dará lugar a problemas durante el funcionamiento. Estos problemas se manifiestan de varias maneras, tales como chispas de la escobilla, alto desgaste de la escobilla, ruido, daños en las puntas de las escobillas, daños en los resortes de los portaescobillas y similares. Si los anillos deslizantes no está redondeado o tiene alguna alteración en las superficies, el contacto eléctrico entre la escobilla y el anillo se ve comprometido, no solo causando los problemas antes mencionados, sino también causando erosión por chispa. Debido a esta erosión, la superficie del anillo será atacada aún más, causando chispas más fuertes.

25 Todos los problemas anteriores son más pronunciados con anillos deslizantes y escobillas de carbón en turboalternadores. Tales turboalternadores son alternadores síncronos impulsados por turbina que se utilizan para la generación de energía en la industria o por compañías eléctricas, y funcionan a velocidades constantes de 3000 o 3600 rpm, dependiendo de la frecuencia requerida de la salida del alternador. A 3000 o 3600 rpm, la velocidad de la superficie de los anillos deslizantes es silenciosa y alta, con valores superiores a 250 km/hr o 80 m/seg no son excepcionales. Cuanto mejor (más puntos de contacto entre los anillos deslizantes y la escobilla) el contacto entre los anillos deslizantes y la escobilla, mejores serán las altas corrientes operativas desde la superficie de los anillos deslizantes a través de las escobillas de carbón, alargando la vida útil de la escobilla.

35 En consecuencia, se requiere un mantenimiento regular del conmutador o de los anillos deslizantes. Para abordar la erosión superficial de los anillos deslizantes, la presente invención proporciona una herramienta de rectificación de mecanizado en carga.

40 Las herramientas de rectificado en carga se describen, por ejemplo, en las patentes US 2784537, US 2741078 y US 1935805. Dichas referencias proporcionan soportes de piedra de molienda compatibles con el ensamblaje de portaescobillas de anillos deslizantes y capaces de ser desplazados en dos direcciones, pero no puede proporcionarse una solución al desgaste rápido de la piedra de molienda y la formación deseada de la película de óxido de cobre - carbón como se detalla a continuación.

45 Resumen de la invención

La presente invención se puede resumir en base a las siguientes realizaciones.

50 La presente invención está dirigida a un método de rectificación en carga de anillos deslizantes y/o colectores de máquinas eléctricas, comprendiendo dicho método reemplazar la carga de un portaescobillas de carbón, con una herramienta (1) de mecanizado por rectificación de anillos deslizantes caracterizado porque dicha herramienta de mecanizado por rectificación de anillos deslizantes es compatible con el ensamblaje de portaescobillas de anillos deslizantes y comprende un soporte (2) de piedra de molienda en donde dicho soporte de piedra de molienda puede desplazarse en dos direcciones en el mismo plano mientras está montado en el ensamblaje de portaescobillas de anillos deslizantes. En el método anterior, el soporte de piedra de molienda se desplaza transversalmente con un movimiento pendular. Por consiguiente, un objeto de la presente invención es proporcionar un método de mecanizado por rectificado en carga de anillos deslizantes y/o colectores de máquinas eléctricas, incluyendo dicho método el paso de reemplazar en carga un portaescobillas de carbón, con una herramienta de mecanizado por rectificación de anillos deslizantes compatible con el ensamblaje de portaescobillas de anillos deslizantes, comprendiendo dicha herramienta de mecanizado por rectificación de anillos deslizantes un soporte de piedra de molienda en donde dicho soporte de piedra de molienda puede desplazarse en dos direcciones en el mismo plano mientras está montado en el ensamblaje de portaescobillas de anillos deslizantes, y caracterizado porque el soporte de piedra de molienda se opera para combinar un movimiento longitudinal lento de una piedra de molienda con un movimiento pendular transversal rápido de dicha piedra de molienda.

65

En particular, el soporte de piedra de molienda se desplaza transversalmente con un movimiento pendular de al menos 10 oscilaciones por segundo.

En una realización del método de acuerdo con la invención, el soporte de piedra de molienda se desplaza longitudinalmente con una velocidad de hasta 10  $\mu\text{m}$  por segundo. En particular, el soporte de piedra de molienda se desplaza longitudinalmente con un movimiento longitudinal escalonado (lento). Más en particular con pasos que comienzan en 10  $\mu\text{m}$ . Aún más en particular con pasos que pueden variar en tamaño y ser cualquier cosa seleccionada de aproximadamente 10  $\mu\text{m}$ , 15  $\mu\text{m}$ , 17  $\mu\text{m}$ , 20  $\mu\text{m}$ , 25  $\mu\text{m}$ , 30  $\mu\text{m}$ , 33  $\mu\text{m}$ , 35  $\mu\text{m}$ , 40  $\mu\text{m}$ , 43  $\mu\text{m}$ , 45  $\mu\text{m}$ , 50  $\mu\text{m}$ , 55  $\mu\text{m}$ , 60  $\mu\text{m}$ , 70  $\mu\text{m}$ , 80  $\mu\text{m}$ , 90  $\mu\text{m}$ , 100  $\mu\text{m}$  y más.

En una realización del método de acuerdo con la invención, el soporte de rectificación comprende además un accionador (5) para controlar el desplazamiento del soporte de piedra de molienda. En particular, un primer accionador (6) para controlar el desplazamiento transversal del soporte de la piedra de molienda y un segundo accionador (7) para controlar el desplazamiento longitudinal del soporte de piedra de molienda. El método de acuerdo con la invención en donde el desplazamiento del soporte de rectificación se puede realizar de forma manual o automática.

Comprendiendo el método de acuerdo con la invención además el paso de medir la concentricidad del anillo. En una realización particular que usa además dicha medición para controlar el desplazamiento del soporte de piedra de molienda.

Breve descripción de los dibujos

Con referencia específica ahora a las figuras, se destaca que los detalles mostrados son a modo de ejemplo y con fines de discusión ilustrativa de las diferentes realizaciones de la presente invención solamente. Se presentan con el objetivo de proporcionar lo que se cree que es la descripción más útil y fácil de los principios y aspectos conceptuales de la invención. A este respecto, no se intenta mostrar detalles estructurales de la invención con más detalle del necesario para una comprensión fundamental de la invención. La descripción tomada con los dibujos hace evidente a los expertos en la materia cómo las diversas formas de la invención pueden realizarse en la práctica.

Figura 1: Vista superior en perspectiva de una herramienta (1) de mecanizado de rectificación de anillos deslizantes para su uso en el método de acuerdo con la invención, que muestra el controlador (8) en la pieza (3) de conexión, compatible con y que permite montar la herramienta en el portaescobillas de carbón. Además, muestra el soporte (2) de piedra de molienda en una mesa (4) x-y con un primero y un segundo accionador (6) (7) en la misma cara (lado) de la mesa x-y. En la presente realización, el accionador se controla manualmente usando la herramienta rotativa extraíble (destornillador) (9)

Figura 2: Vista inferior en perspectiva de una base de la herramienta de mecanizado de rectificación de anillos deslizantes para usar en el método de acuerdo con la invención. A la izquierda, la placa base de un portaescobillas (10) de carbón. A la derecha, una placa base de la herramienta (11) de acuerdo con la invención, que muestra la uniformidad de tamaño con la pieza (3) de conexión y un controlador (8) de bloqueo de torsión originalmente encontrado en la base del portaescobilla de carbón, montado en la placa (11) base de la herramienta de mecanizado de rectificación de anillos deslizantes.

Figura 3: Vista lateral frontal en perspectiva de una herramienta (1) de mecanizado de rectificación de anillos deslizantes para usar en el método de acuerdo con la invención, que muestra el controlador (8) en la pieza (3) de conexión, que ahora comprende la piedra (12) de molienda fija en la mesa (4) x-y con el soporte (2) de piedra de molienda. De nuevo, los accionadores (6,7) de la mesa x-y se controlan manualmente con herramientas (9) rotativas extraíbles. Como se muestra, una de las herramientas rotativas tiene una rueda (13) giratoria donde la otra tiene un mango (14) como se ve típicamente en un destornillador. En los métodos de la invención, el mecanizado se sigue de la combinación de un movimiento longitudinal escalonado (lento) de la piedra de molienda con un movimiento rápido de péndulo transversal. Tal movimiento rápido de péndulo transversal es más fácil de realizar manualmente por medio de una rueda giratoria. Así, en una realización particular, una de las herramientas rotativas para controlar los accionadores de la mesa x-y comprende una rueda giratoria. En consecuencia, en la realización mostrada, el accionador (6) izquierdo y primero controla la dirección transversal (x) de la mesa x-y y el accionador (7) derecho y segundo controla la dirección longitudinal (y) de la mesa x-y.

Figura 4: Imagen tomada de la cámara de alta velocidad enfocada en una marca (15) en la escobilla de carbón de un turboalternador a plena producción (3000 rpm).

Figura 5: Diagrama de imagen de las imágenes tomadas desde la cámara de alta velocidad, que muestra en blanco la traza de píxeles de la posición del marcador (estrella), correspondiente al desplazamiento de píxeles de la escobilla de carbón.

La figura 6: Muestra los movimientos (pm) de la escobilla a lo largo del tiempo (ms) al comienzo del proceso de rectificado en el diagrama en la parte superior de la página. En las posiciones numeradas, las imágenes se reproducen desde la cámara de alta velocidad. En las imágenes 2, 3 y 4 se puede ver cómo la escobilla de carbón pierde contacto

con la superficie del colector. Es notable en el diagrama la diferencia de profundidad entre la posición más baja al comienzo (imagen 1) del proceso de rectificación y al comienzo del segundo ciclo (imagen 6) a aproximadamente 4,5 ms. Mostrando así un efecto inmediato del proceso de rectificación, siendo la combinación de un movimiento longitudinal lento con un movimiento rápido de péndulo transversal, sobre la irregularidad del colector.

La figura 7: muestra los movimientos (pm) de la escobilla a lo largo del tiempo (ms) después de 4 horas de rectificado en el diagrama en la parte superior de la página. En las posiciones numeradas, las imágenes se reproducen desde la cámara de alta velocidad. Después de 4 horas, y en comparación con los movimientos de la escobilla al inicio, los desplazamientos se reducen a una línea plana.

#### Descripción detallada de la invención

La presente invención proporciona un método de rectificado en carga de anillos deslizantes y/o colectores de máquinas eléctricas, dicho método incluye el paso de reemplazar en carga un portaescobillas de carbón, con una herramienta de mecanizado de rectificación de anillos deslizantes caracterizada porque dicha herramienta de mecanizado de rectificación de anillos deslizantes es compatible con el ensamblaje de portaescobillas de anillos deslizantes y comprende un soporte de piedra de molienda en donde dicho soporte de piedra de molienda puede desplazarse al menos en una dirección mientras está montado en el ensamblaje de portaescobillas de anillos deslizantes.

La invención se basa en el hallazgo de que de hecho es posible rectificar a máquina unos anillos deslizantes y/o un colector de máquinas eléctricas cuando el motor eléctrico está en modo operativo completo. A diferencia de las soluciones de pulido en carga en donde una de las escobillas de carbón comprende una piedra de molienda, la herramienta de mecanizado por rectificación de la presente invención permite el desplazamiento real y controlado de la posición de la piedra de molienda con respecto a el anillo deslizante y/o colector mientras el motor eléctrico está en modo operativo completo. En las soluciones de pulido en carga, simplemente se inserta una piedra de molienda en la escobilla de carbón. Presente en el portaescobillas de carbón, la escobilla modificada de este modo se mantendrá contra los anillos deslizantes y/o el colector bajo la acción del resorte del portaescobillas. Como tal, la escobilla modificada seguirá servilmente la superficie de los anillos deslizantes y/o colector, pero no hay posibilidad de ajustar y controlar el desplazamiento de la piedra de molienda con respecto al anillos deslizantes y/o colector.

Posicionar la herramienta de mecanizado de la presente invención justo delante de la superficie de los anillos deslizantes y/o colector y luego avanzar lentamente la piedra hacia la superficie, dependiendo de las deformaciones de los anillos deslizantes y/o colector, en una primera posición longitudinal de la piedra, los anillos deslizantes y/o el colector comenzarán a tocar ocasionalmente la piedra de molienda. La piedra se mantiene en dicha primera posición, y bajo su funcionamiento las deformaciones tocantes se ajustarán (aplanarán). Solo posteriormente, la piedra avanza más para repetir el procedimiento de rectificación anterior en una nueva posición longitudinal. El avance escalonado de la piedra de molienda se repite hasta que se logra un toque uniforme de la piedra con los anillos deslizantes y/o el colector.

Se ha observado que se obtienen los mejores resultados cuando la piedra de molienda también se desplaza lateralmente en cada una de las posiciones longitudinales. Por lo tanto, el método de la presente invención se caracteriza porque el soporte de piedra de molienda es capaz de desplazarse en dos direcciones en el mismo plano, mientras está montado en el ensamblaje del portaescobillas de anillos deslizantes. Tal movimiento transversal de la piedra de molienda en cada una de las posiciones longitudinales reduce el desgaste de la piedra de molienda y mejora la acción de molienda de la piedra. Además, el movimiento transversal de la piedra junto con el avance escalonado de la piedra da como resultado un sombreado cruzado de la superficie. Tal superficie sombreada cruzada es beneficiosa para la formación de película de óxido de cobre - carbón en la superficie de los anillos deslizantes y/o colector. Como es conocido por el experto en la materia, es necesaria una película de óxido de cobre - carbón uniforme de para un funcionamiento óptimo de la escobilla de anillos deslizantes.

En el proceso de rectificación, el movimiento transversal de la piedra de molienda es preferiblemente un movimiento pendular. En comparación con el desplazamiento longitudinal, el movimiento transversal pendular es mucho más rápido. Tal desplazamiento transversal rápido es un requisito dado el funcionamiento en carga de la herramienta de mecanizado de rectificado de los anillos deslizantes. Como ya se mencionó anteriormente, a velocidades de rotación de 3000 o 3600 rpm, la velocidad superficial de los anillos deslizantes de los turbogeneradores es alta con valores superiores a 250 km/hr o 80 m/seg. El sombreado cruzado depende, en consecuencia, de la distancia de desplazamiento transversal de la piedra de molienda en relación con la velocidad de rotación del anillo. Por lo tanto, se requiere un movimiento rápido de péndulo transversal; en particular un movimiento pendular de al menos 10 oscilaciones por segundo. Movimientos de honda de hasta 40; en particular, hasta 100 oscilaciones por segundo no deben excluirse, cuanto mayor sea la frecuencia, mejor será el entrecruzamiento de las ranuras. Como se desprende de la descripción anterior, el movimiento longitudinal global de la piedra de molienda es lento. Típicamente, el movimiento hacia adelante es un movimiento escalonado con pasos que comienzan en 10 µm. Evidentemente, no es necesario que el desplazamiento longitudinal sea un desplazamiento estandarizado. Los pasos pueden variar en tamaño y pueden seleccionarse entre 10 µm, 15 µm, 17 µm, 20 µm, 25 µm, 30 µm, 33 µm, 35 µm, 40 µm, 43 µm, 45 µm, 50 µm, 55 µm, 60 µm, 70 µm, 80 µm, 90 µm, 100 µm y más. Expresado de manera diferente, el movimiento longitudinal de la piedra de molienda es a una velocidad de hasta aproximadamente 10 µm por segundo.

La combinación del movimiento longitudinal escalonado (lento) de la piedra de molienda con un movimiento rápido de péndulo transversal da como resultado un mecanizado en carga sin precedentes de los anillos deslizantes y/o colector. Utilizando el protocolo de la presente invención, se puede optimizar la circulación dinámica de las escobillas de carbón en los anillos deslizantes de superficie y/o el colector, las deformaciones de la superficie se pueden reducir a valores de 50  $\mu\text{m}$  o menos, evitando la pérdida de contacto no deseada de las escobillas con la superficie. Cuando se automatiza, se pueden lograr deformaciones superficiales de menos de 10  $\mu\text{m}$ . Tales valores bajos mejorarán significativamente la vida útil de las escobillas de carbón, ya que ya no experimentarán vibraciones y permitirán la formación de una película de óxido de cobre - carbón uniforme. Por lo tanto, en un aspecto adicional, la presente invención se caracteriza además porque el desplazamiento del soporte de piedra de molienda se puede realizar de forma manual o automática. Por referencia a los datos de ejemplo, se ha encontrado sorprendentemente que el método de rectificado en carga de la presente invención tiene un efecto casi instantáneo en los movimientos de la escobilla. Las deformaciones de la superficie y/o la falta de redondez de los anillos deslizantes y/o el colector hacen que las escobillas de carbón salten sobre la superficie, con pérdida de contacto. Estos movimientos de la escobilla provocan chispas de la escobilla, alto desgaste de la escobilla, ruido, daños en la parte superior de las escobillas, daños en los resortes de los portaescobillas, erosión por chispas y similares, lo que potencia además el desgaste operativo y requiere un mantenimiento frecuente Usando la combinación de un movimiento longitudinal lento con un movimiento pendular transversal rápido, la amplitud del movimiento de la escobilla que generalmente comienza en más de 1000  $\mu\text{m}$  ya se reduce a la mitad después de solo 10 segundos de mecanizado. Después de 4 horas de mecanizado, la amplitud se reduce a valores tan bajos como aproximadamente 30  $\mu\text{m}$ , sin pérdida de contacto y pueden lograrse incluso reducciones adicionales a valores de aproximadamente 10  $\mu\text{m}$ . Debido al sombreado cruzado que se produce en el método de rectificado en carga de la aplicación instantánea, el tiempo de reposo (tiempo operativo entre mantenimiento) es 10 veces más largo en comparación con los procesos tradicionales de rectificado radial fuera de línea a baja velocidad.

En una realización particular de la presente invención, el desplazamiento de la piedra de molienda en dos direcciones en el mismo plano se realiza montando la piedra de molienda y su eventual soporte en una mesa x-y. Tal mesa x-y típicamente comprenderá accionadores para controlar el desplazamiento de la mesa. En principio, cualquier configuración en presencia de los accionadores es útil en el contexto de la invención. En una realización, los accionadores están presentes en la misma cara (lateral) de la herramienta de mecanizado. Por ejemplo, en caso de que la piedra de molienda y su eventual soporte estén montados en una mesa x-y, en una realización, los medios para controlar el desplazamiento de la mesa x-y (los accionadores) están presentes en la misma cara. Teniendo en cuenta la accesibilidad para el usuario, en una realización, los accionadores están presentes en la misma cara en donde dicha cara es accesible para el operador. En una realización particular, dicha cara es opuesta a y distal del anillo deslizante y/o colector, es decir, opuesto al lado de la herramienta de mecanizado enfrentada al anillo deslizantes y/o colector. Así, en una realización adicional, la herramienta de mecanizado comprende una mesa x-y sobre la cual se montan la piedra de molienda y su eventual soporte. En una realización, la herramienta de mecanizado que comprende una mesa x-y se caracteriza además porque los accionadores están presentes en la misma cara (lateral) de la mesa x-y; en particular en una cara accesible para el operador; más en particular en una cara distal del anillo deslizante y/o colector.

Cuando se describe el protocolo de acuerdo con la invención, se dice que el punto final para el movimiento longitudinal escalonado (lento) de la piedra de molienda se basa en un toque uniforme de la piedra con los anillos deslizantes y/o el colector. Como tal, no se requiere una medición real de la concentricidad de los anillos deslizantes durante el protocolo de mecanizado. En principio, hace que el proceso sea universalmente aplicable sin la necesidad de equipos especializados como cámaras de alta velocidad para medir la concentricidad de los anillos deslizantes. No obstante, en una realización adicional, el método de acuerdo con la presente invención puede incluir un paso de medir la concentricidad del anillo. En principio, se puede usar cualquier medio para medir la concentricidad del anillo en carga (alta velocidad), tales como por ejemplo cámaras de alta velocidad o similares. En una realización particular, los medios para medir la concentricidad de los anillos deslizantes en carga consisten en un ensamblaje de portaescobilla como se describe en la publicación de patente US 2014/0009142, y que comprende un sensor de posicionamiento que permite una monitorización continua de alta velocidad y monitorización de alta resolución de la posición de las escobillas y en consecuencia de la concentricidad de los anillos deslizantes. Donde, en primera instancia, la monitorización de la concentricidad de los anillos deslizantes se puede usar simplemente para determinar el punto final del método de mecanizado, pero en una realización adicional, la medición se puede utilizar para controlar el proceso de mecanizado y, en particular, el desplazamiento longitudinal escalonado de la herramienta de mecanizado de rectificación de anillos deslizantes. En base a la medición de la concentricidad de los anillos deslizantes, el método puede proponer uno o más de los siguientes parámetros al operador de la herramienta de mecanizado de rectificación de anillos deslizantes de la presente invención;

- la profundidad de los pasos de desplazamiento longitudinal;
- la sincronización para el movimiento pendular transversal;
- la frecuencia del movimiento pendular transversal;
- la velocidad de desplazamiento longitudinal (hacia adelante);
- cuando avanza la piedra de molienda;
- cuando se detiene el método de mecanizado de rectificación.

En una realización adicional, y en particular en dicho caso en donde el desplazamiento de la piedra de molienda se ha automatizado, la medición de la concentricidad de los anillos deslizantes puede usarse para controlar dicho desplazamiento. En dicha realización se realizará un protocolo completamente automatizado. Así, en un aspecto adicional, la presente invención proporciona un método de mecanizado en carga de anillos deslizantes y/o colectores de máquinas eléctricas, comprendiendo dicho método;

- el movimiento longitudinal escalonado (lento) de una piedra de molienda con un movimiento pendular transversal rápido de la piedra de molienda;
- medir continuamente la concentricidad de los anillos deslizantes; y
- usar dicha medición continua de la concentricidad de los anillos deslizantes para controlar al menos el movimiento longitudinal de una piedra de molienda; en particular para controlar el movimiento pendular longitudinal y transversal de la piedra de molienda.

En dicho método, el movimiento transversal pendular es en particular un movimiento pendular de al menos 10 oscilaciones por segundo. No se deben excluir oscilaciones de hasta 100 oscilaciones por segundo. En dicho método, el movimiento longitudinal hacia delante es un movimiento escalonado con pasos que comienzan en 10  $\mu\text{m}$ . Evidentemente, no es necesario que el desplazamiento longitudinal sea un desplazamiento estandarizado. Los pasos pueden variar en tamaño y pueden seleccionarse de cualquiera de aproximadamente 10  $\mu\text{m}$ , 15  $\mu\text{m}$ , 17  $\mu\text{m}$ , 20  $\mu\text{m}$ , 25  $\mu\text{m}$ , 30  $\mu\text{m}$ , 33  $\mu\text{m}$ , 35  $\mu\text{m}$ , 40  $\mu\text{m}$ , 43  $\mu\text{m}$ , 45  $\mu\text{m}$ , 50  $\mu\text{m}$ , 55  $\mu\text{m}$ , 60  $\mu\text{m}$ , 70  $\mu\text{m}$ , 80  $\mu\text{m}$ , 90  $\mu\text{m}$ , 100  $\mu\text{m}$  y más. Expresado de manera diferente, el movimiento longitudinal de la piedra de molienda es a una velocidad de hasta aproximadamente 10  $\mu\text{m}$  por segundo. En una realización particular, la medición de la concentricidad de los anillos deslizantes se realiza usando un ensamblaje de portaescobillas que comprende un sensor de posicionamiento que permite un control continuo de alta velocidad y monitorización de alta resolución de la posición de las escobillas.

La invención se ilustrará ahora con los resultados del método de acuerdo con la invención cuando se realiza en un turboalternador a plena producción (3000 rpm). Para medir el proceso de rectificación, se enfocó una cámara de alta velocidad en un marcador en la escobilla de carbón (Figura 4). De acuerdo con la resolución de la cámara, el desplazamiento de píxeles del marcador en el diagrama de foto (Figura 5) se convierte en el desplazamiento real de la marca de la escobilla con el tiempo. Al comienzo del experimento, la piedra de molienda avanzó hasta que tocó el primer desnivel en la superficie del colector y avanzó lentamente a unos 10  $\mu\text{m}$  por segundo. Durante la rectificación la piedra se desplazó transversalmente con un movimiento pendular de aproximadamente 10 oscilaciones por segundo.

En la Figura 6, los movimientos de escobilla se muestran al comienzo del proceso de rectificado, es decir, los primeros 10 milisegundos. Al principio, los movimientos de escobilla están dentro de un rango de hasta 1400  $\mu\text{m}$ . En la serie de imágenes numeradas, es notable cómo la escobilla pierde contacto con el colector. Sin embargo, es notablemente el efecto inmediato del protocolo de rectificación utilizado. Si observamos el patrón repetitivo, el desplazamiento ascendente inmediato del punto de partida más bajo (conectado por la línea negra) ya es visible en este breve trazo de tiempo y una indicación de un efecto directo del proceso de rectificado sobre las imperfecciones en la superficie del colector. La traza final después de 4 horas de rectificado se muestra en la Figura 7. Se logra una línea plana y se mide el desplazamiento real de la marca de la escobilla a lo largo del tiempo, los desplazamientos se reducen a desplazamientos máximos de aproximadamente 30  $\mu\text{m}$ , o aproximadamente 50 veces menos en comparación con el comienzo del experimento. Como se desprende de las imágenes, la escobilla siempre está en contacto con la superficie de los anillos deslizantes.

Se entenderá que la invención puede realizarse de una forma diferente a la aquí ilustrada o descrita específicamente, y que ciertos cambios en la forma y disposición de las partes y la forma específica de practicar la invención pueden hacerse dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un método de mecanizado de rectificación en carga de anillos deslizantes y/o colectores de máquinas eléctricas, dicho método incluye el paso de reemplazar en carga un portaescobillas de carbón, con una herramienta (1) de mecanizado de rectificación de anillos deslizantes compatible con el ensamblaje de portaescobillas de anillos deslizantes, dicha herramienta de mecanizado de rectificación de anillos deslizantes comprende un soporte (2) de piedra de molienda en donde dicho soporte de piedra de molienda puede desplazarse en dos direcciones en el mismo plano mientras está montado en el ensamblaje del portaescobillas de anillos deslizantes, y caracterizado porque el soporte de piedra de molienda se opera para combinar un movimiento longitudinal escalonado lento de una piedra de molienda con una velocidad de hasta 10  $\mu\text{m}$  por segundo con un movimiento pendular transversal rápido de al menos 10 oscilaciones por segundo de dicha piedra de molienda.
- 15 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el soporte de piedra de molienda comprende además un accionador (5) para controlar el desplazamiento del soporte de piedra de molienda.
3. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en donde el desplazamiento del soporte de piedra de molienda se puede realizar de forma manual o automática.
- 20 4. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el soporte de piedra de molienda está montado en una mesa (4) x-y.
5. El método de acuerdo con la reivindicación 4, en donde la mesa x-y se caracteriza porque los medios para controlar el desplazamiento de la mesa x-y (6, 7) están presentes en la misma cara.
- 25 6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en donde dicha cara es accesible para el operador, en particular distal de los anillos deslizantes y/o colector.
- 30 7. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además el paso de medir la concentricidad del anillo.
8. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la concentricidad del anillo se determina usando cámaras de alta velocidad o similares.
- 35 9. El método de acuerdo con las reivindicaciones 7 u 8, en donde la medición de la concentricidad del anillo se usa para controlar el desplazamiento de la mesa x-y.

Fig. 1

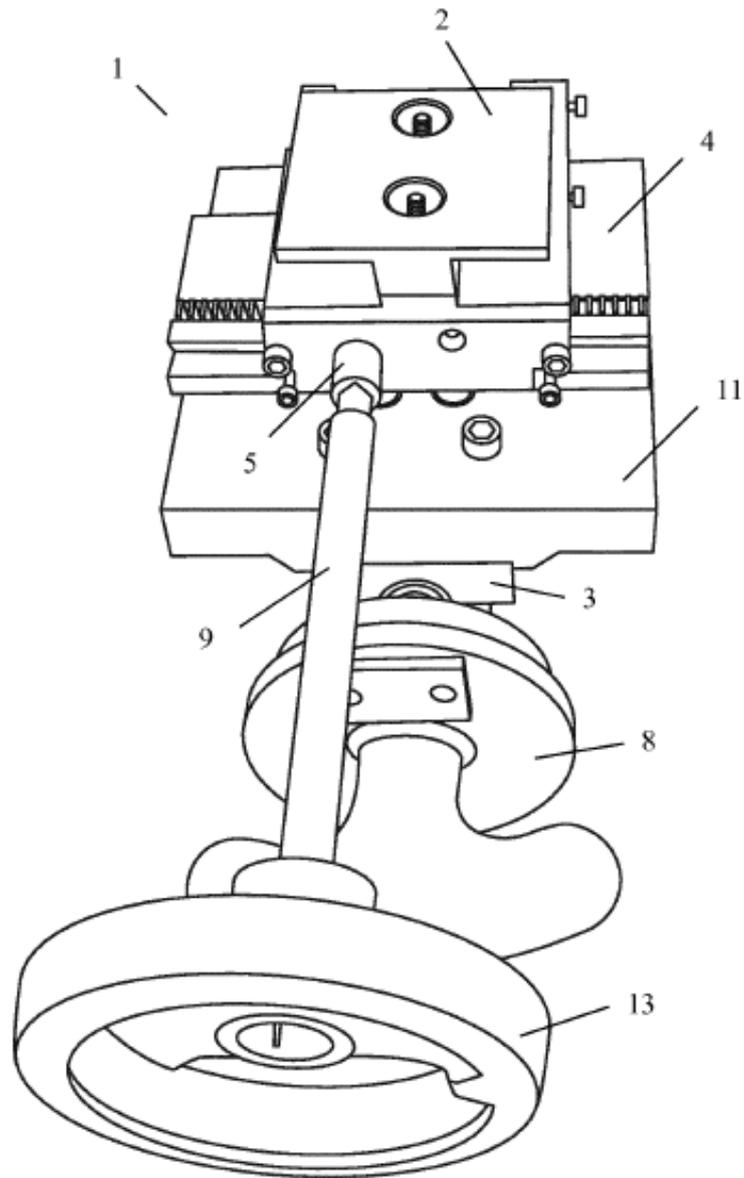


Fig. 2

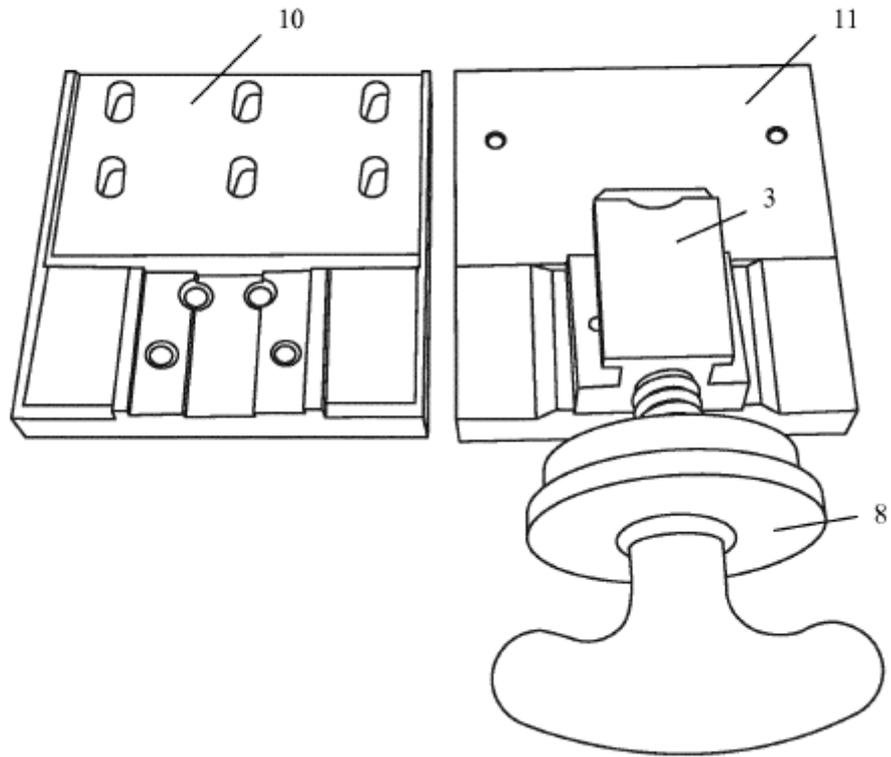


Fig. 3

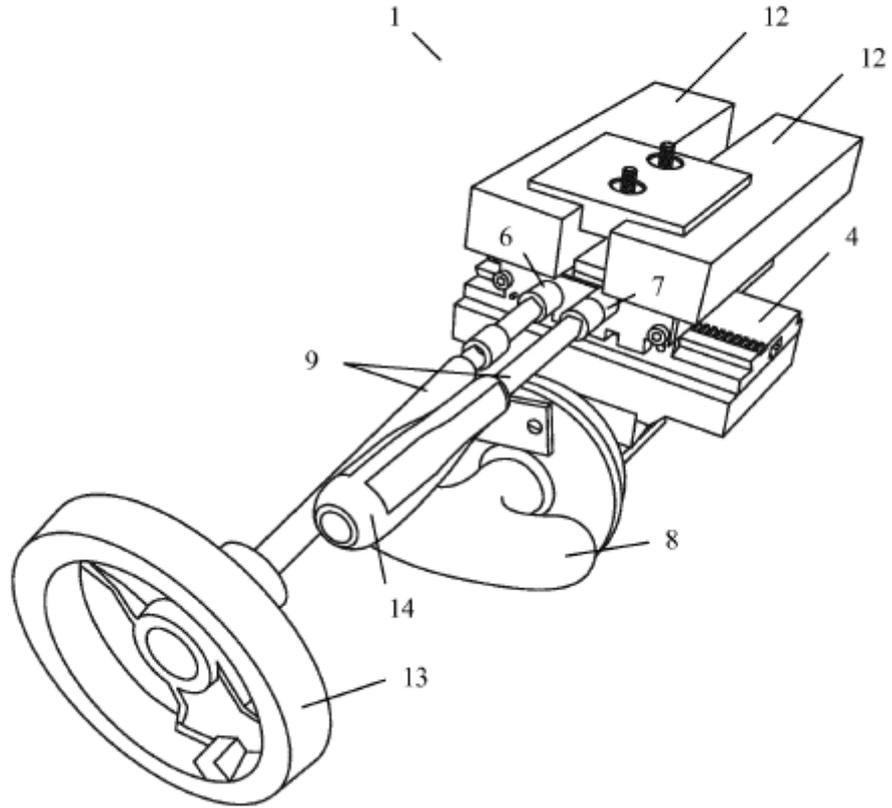


Fig. 4

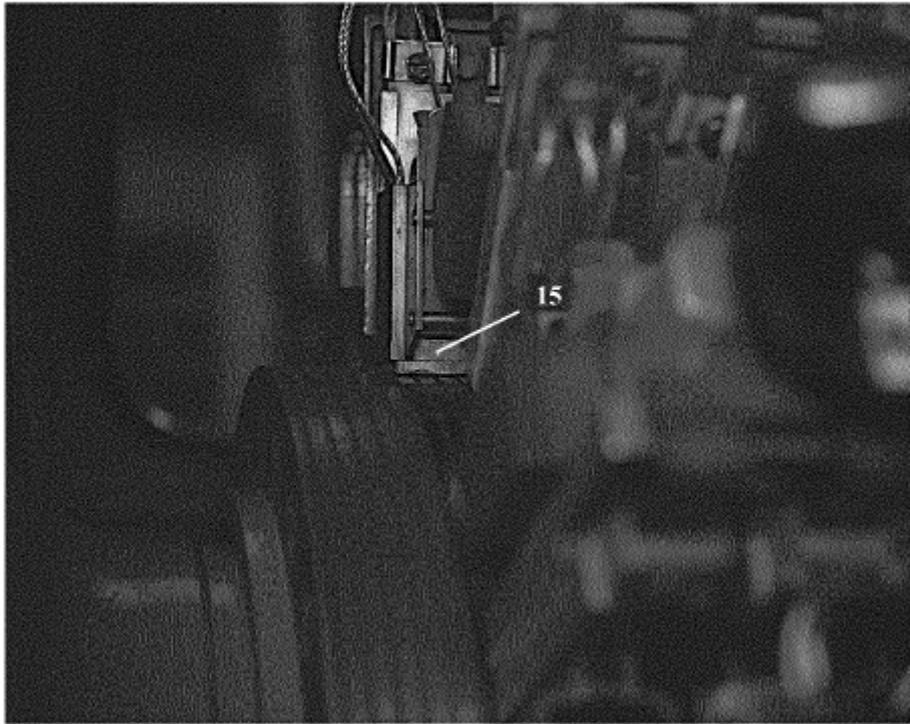


Fig. 5

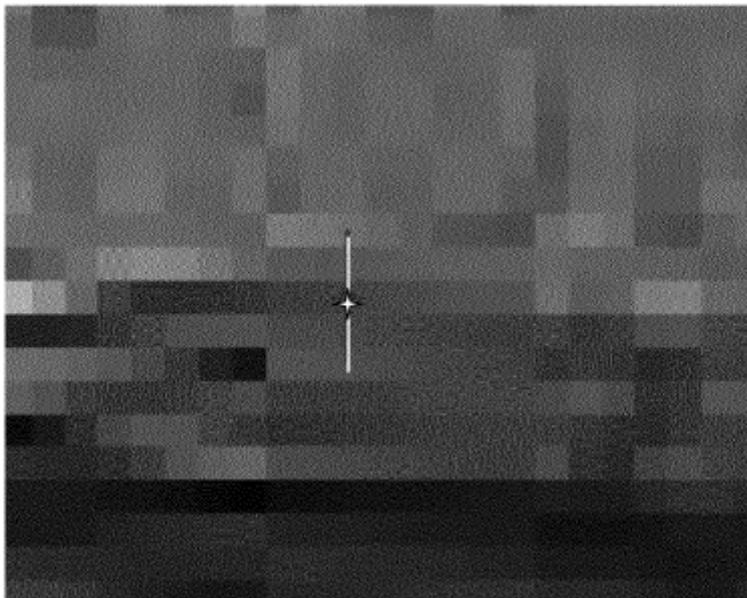


Fig. 6

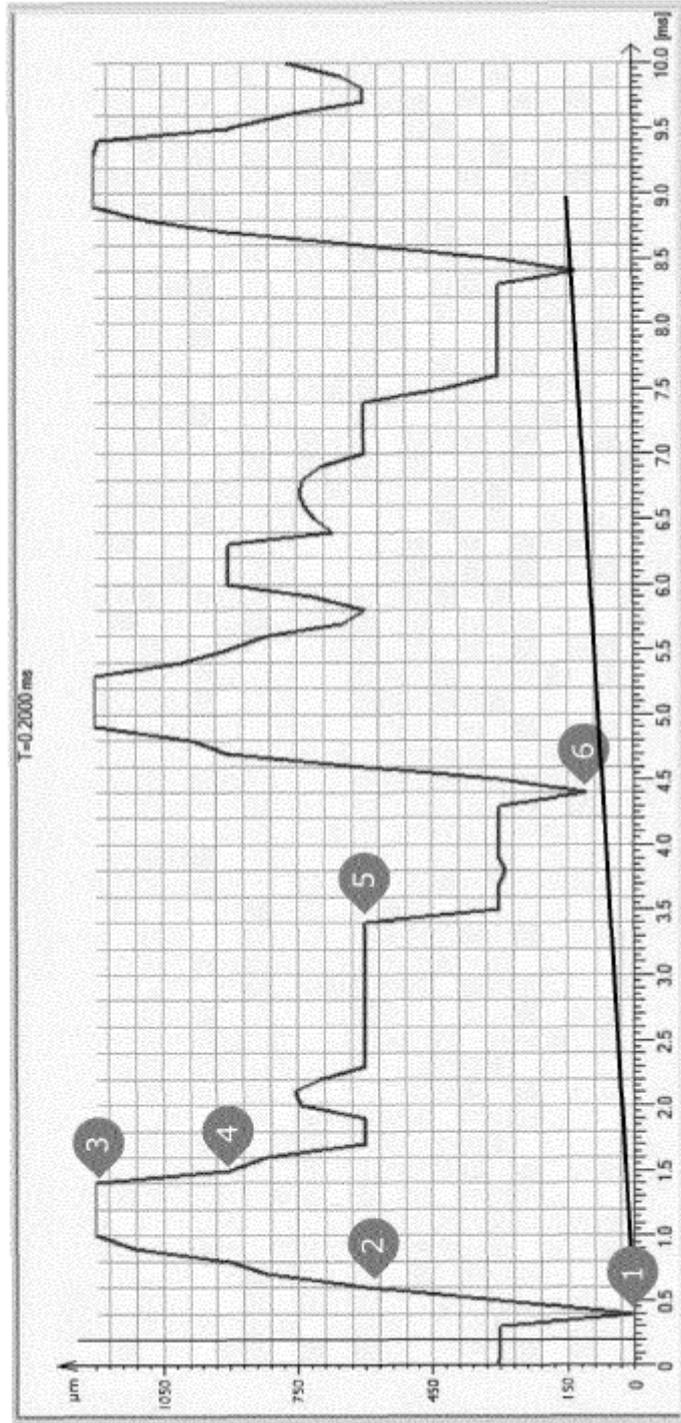


Fig. 6 - continuación



Fig. 7

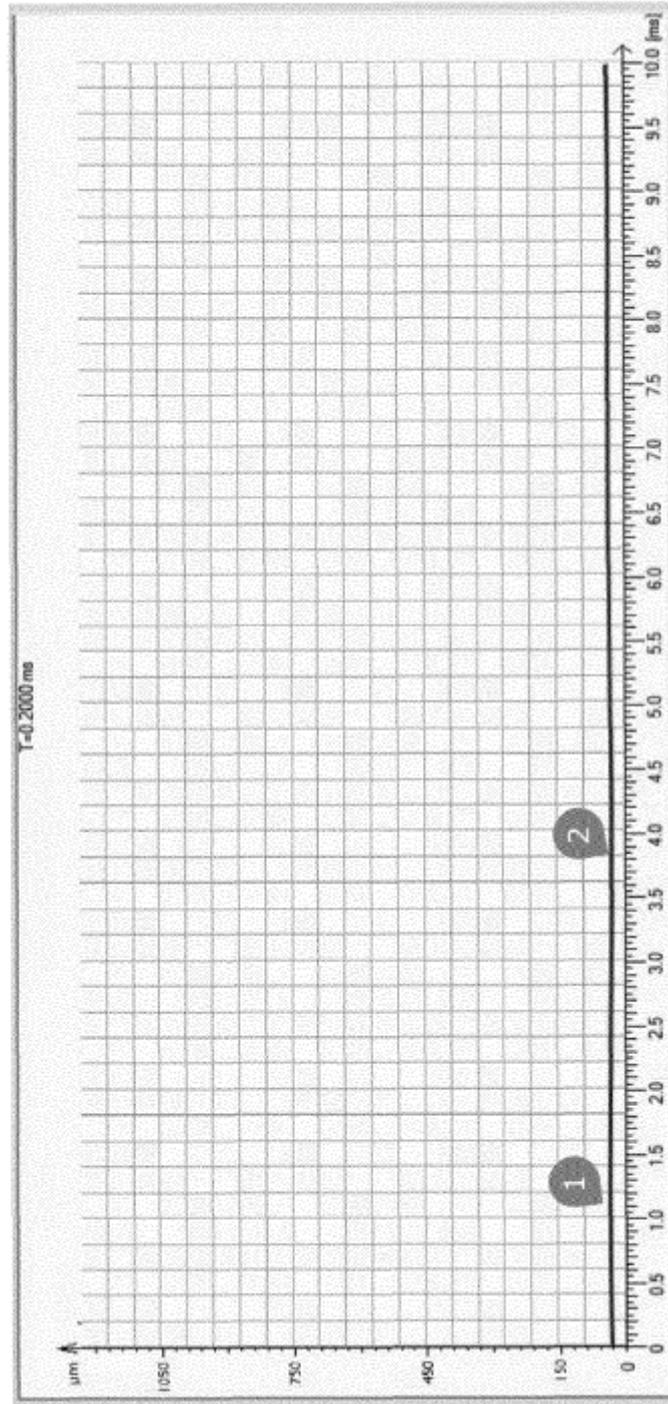


Fig. 7 - continuación

