

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 607 112**

51 Int. Cl.:

**B24B 21/16** (2006.01)

**B24B 5/36** (2006.01)

**B23Q 11/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.10.2013** **E 13189998 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2016** **EP 2865487**

54 Título: **Procedimiento para acortar los álabes móviles de una turbomáquina**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**29.03.2017**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)**  
**Wittelsbacherplatz 2**  
**80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**GENZ, ALEXANDER;**  
**LIEDTKE, SAMUEL y**  
**LOHSE, FLORIAN**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 607 112 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para acortar los álabes móviles de una turbomáquina

La presente invención se refiere a un procedimiento para acortar los álabes móviles de una turbomáquina mediante arranque de material en la punta del álabe.

- 5 Los álabes de turbomáquinas, en particular álabes de turbina, están sujetos durante el funcionamiento a una sollicitación de material muy alta y a un desgaste correspondientemente grande. Por este motivo, los álabes, en el marco de trabajos de mantenimiento, normalmente tras una vida útil predefinida, han de sustituirse por álabes nuevos. La vida útil se selecciona a este respecto ventajosamente de tal manera que los álabes intercambiados aún pueden repararse.
- 10 Cuando se intercambian los álabes de una turbina, se sustituyen los álabes móviles de la turbina, los álabes conductores de la turbina y los segmentos de guía. Para poder garantizar, en caso de un intercambio de este tipo, el mantenimiento de la potencia de turbina original, también debe ajustarse en los nuevos álabes móviles de la turbina la medida del intersticio de cresta radial originaria. Para ello, las puntas de álabe de los nuevos álabes móviles se acortan antes de su montaje de manera correspondiente mediante arranque de material en la punta del álabe.
- 15 Puesto que la medida del intersticio radial no solo depende de las tolerancias de fabricación de los nuevos álabes móviles sino también de otros factores de influencia, el intersticio de cresta radial definitivo no se obtiene hasta finalizar el cambio completo de todos los álabes. Como factores de influencia cabe mencionar aquí, por ejemplo, el contorno de los nuevos álabes móviles, el contorno de los nuevos anillos de guía, el recubrimiento de los nuevos álabes móviles y anillos de guía, el cambio de posición de los nuevos álabes con respecto a la posición de los
- 20 álabes antiguos sustituidos, las tolerancias de fabricación de la carcasa, ranuras de disco de rueda y similares. La medida del intersticio que se ajusta definitivamente solo puede calcularse de manera correspondientemente difícil de antemano y solo dentro de una banda de tolerancia considerablemente amplia.

El acortamiento de las puntas de álabe de álabes móviles se realiza normalmente en el marco de un mecanizado de álabes usando discos de rectificado.

- 25 En la construcción de rodets nuevos se sabe cómo sujetar los rodets dotados de álabes enteros en una gran máquina rectificadora, tras lo cual se rectifican los álabes con disco de rectificado recto de manera totalmente automática a la longitud requerida.

- En el marco de trabajos de mantenimiento se sabe cómo desapilar el rodete de una turbomáquina en una primera etapa. En una etapa adicional pueden sujetarse entonces los discos de rueda en su conjunto en un dispositivo de
- 30 rectificado. En este está fijado un rodete rápido con disco de rectificado recto en un brazo, que da vueltas alrededor de las puntas de álabe. A este respecto están implementados un avance automático en dos direcciones así como una aproximadamente manual.

- Además se sabe cómo rectificar álabes individualmente. Los álabes se sujetan para ello individualmente en un dispositivo de rectificado, que porta un rodete rápido neumático con disco de rectificado recto. El rodete rápido
- 35 bascula alrededor de la punta del álabe y tiene, además del movimiento basculante, un avance automático y una aproximación manual.

Otra alternativa consiste en fresar las puntas de álabe para acortarlas. En las máquinas fresadoras por CNC usadas a este respecto, los álabes se sujetan individualmente y se fresan a la longitud requerida.

- Una desventaja de los dispositivos de rectificado utilizados para acortar álabes móviles con discos de rectificado
- 40 rectos radica en que, debido a la anchura reducida del disco de rectificado, que se sitúa en un uso portátil en aproximadamente 20 mm, es necesario un desplazamiento del disco de rectificado a lo largo del contorno de la punta del álabe. Por consiguiente se requiere un avance automático, lo que conduce a una estructura compleja del dispositivo de rectificado así como a elevados costos. Además, el avance automático lleva asociada una duración de mecanizado prolongada.

- Una desventaja de los procedimientos de fresado utilizados para acortar álabes móviles de una turbomáquina puede verse, por un lado, en que son muy caros, lo que puede deberse, en particular, a los elevados costes de adquisición de las máquinas fresadoras por CNC usadas y a los elevados costes de las herramientas. Por otro lado los procedimientos de fresado son muy lentos. Así, se necesitan en la práctica por ejemplo 12 turnos de 10 horas cada uno para el mecanizado de cuatro etapas de turbina, por mencionar solo un ejemplo.

- 50 El documento US 2012/0077417 A1 muestra un dispositivo de rectificado de cinta, que puede llevarse, a través de un dispositivo de avance, sobre el borde de ataque de un álabe de turbina.

Partiendo de este estado de la técnica es un objetivo de la presente invención crear un procedimiento para acortar un álabe móvil de una turbomáquina del tipo mencionado al principio, que posibilite o posibilite un acortamiento de álabes móviles barato y que requiere poco tiempo.

5 Para resolver este objetivo, la presente invención crea un procedimiento para acortar los álabes móviles de una turbomáquina mediante arranque de material en la punta del álabe, en el que, de acuerdo con la invención, para acortar el álabe móvil se utiliza un dispositivo de rectificado de cinta. Una ventaja esencial del uso de un dispositivo de rectificado de cinta radica en que, al usar una cinta abrasiva que es más ancha que la punta del álabe que debe acortarse, puede mecanizarse toda la punta del álabe en una operación de trabajo. De manera correspondiente, a diferencia del mecanizado por rectificado con disco de rectificado y del mecanizado por fresado, no es necesario ningún desplazamiento de la cinta abrasiva a lo largo del contorno de la punta del álabe, lo que conduce a un modo de construcción compacto, sencillo y barato. Se acorta asimismo el tiempo de mecanizado. Según los primeros cálculos aproximados del solicitante es posible un ahorro de tiempo de aproximadamente un 60 % con respecto a un rectificado disco de rectificado recto e incluso un ahorro de tiempo del 80 al 90 % con respecto a un mecanizado por fresado. Los costes superiores de las cintas rectificadoras con respecto a un disco de rectificado reto se compensan por tiempos de mecanizado notablemente acortados. Lo mismo es válido para los tiempos de permanencia más cortos de las cintas rectificadoras con respecto a los discos de rectificado y las fresas. Una ventaja adicional del uso de un dispositivo de rectificado de cinta puede verse en que las cintas rectificadoras no son tan propensas a daños en el transporte como los discos de rectificado rectos o las fresas. Asimismo los ensayos han mostrado que usando un dispositivo de rectificado de cinta no hay que temer un desconchado del recubrimiento cerámico de los álabes. Además, en el mecanizado por rectificado con una cinta abrasiva no se generan arañazos, o solo unos pocos, lo que tiene la ventaja de que no tienen que efectuarse mecanizados posteriores manuales, o solo en pequeña medida. Otra ventaja adicional radica en que el tiempo de mecanizado acortado también lleva asociado un tiempo de puesta en peligro acortado del personal.

25 Según una primera configuración del procedimiento de acuerdo con la invención, los álabes móviles permanecen montados durante el acortado dentro de una carcasa de la turbomáquina, presentando el procedimiento las etapas de: retirar una parte de la carcasa dejando al menos parcialmente al descubierto los álabes móviles que deben mecanizarse así como una junta divisora de la carcasa; fijar un dispositivo de rectificado de cinta a la junta divisora de la carcasa en la zona los álabes móviles que deben mecanizarse; orientar el dispositivo de rectificado de cinta con respecto a los álabes móviles que deben acortarse y acortar los álabes móviles *in situ* usando el dispositivo de rectificado de cinta, mientras se hace girar el rodete de manera continua y se aspira el polvo de rectificado que aparece durante el mecanizado por rectificado. Esta variante de procedimiento se caracteriza en particular por que los álabes móviles no tienen que desmontarse, lo que, con poco esfuerzo, lleva asociado un considerable ahorro de tiempo y costes reducidos. Asimismo, gracias al mecanizado de los álabes en el estado montado, se tienen en cuenta automáticamente todas las cadenas de tolerancias para el ajuste de un intersticio de cresta correcto, lo que conduce a un resultado de mecanizado óptimo.

40 Preferentemente, las perforaciones para aire de refrigeración de los álabes que deben acortarse se obturan o cubren antes de llevar a cabo el mecanizado por rectificado. La obturación puede realizarse, por ejemplo, usando cera. La cera se caracteriza en particular por que presenta un punto de fusión bajo y se evapora automáticamente al poner en marcha la turbina eliminándose de ese modo. Alternativamente también pueden obturarse sin embargo las perforaciones para aire de refrigeración usando, por ejemplo, una lámina adhesiva adecuada, o similares.

Para el giro continuo del rodete se utiliza preferentemente un equipo de giro auxiliar de rotor, conocido básicamente en el estado de la técnica y que por tanto no es necesario explicar más detalladamente en el presente documento.

45 Otra variante del procedimiento de acuerdo con la invención presenta las etapas de: fijar los álabes móviles a un falso disco de rueda, en este caso se fija cada álabe móvil tanto radial como axialmente por medio de pernos roscados en la ranura; disponer el falso disco de rueda con los álabes móviles sujetos al mismo en un equipo de giro, que está diseñado para hacer girar el falso disco de rueda alrededor de su eje de giro; orientar el dispositivo de rectificado de cinta con respecto a los álabes móviles que deben acortarse y acortar los álabes móviles usando el dispositivo de rectificado de cinta, mientras se hace girar el falso disco de rueda de manera continua.

50 Otra variante del procedimiento de acuerdo con la invención presenta las etapas de: sujetar el rodete dotado de álabes en una máquina de giro conforme al modo de proceder en el rectificado para la construcción de nuevos rodetes; incorporar tiras de chapa en el intersticio entre la raíz del álabe y la base de la ranura, para evitar que los álabes se tambaleen y presionarlos hacia fuera igual que durante el funcionamiento; orientar una cinta abrasiva del dispositivo de rectificado de cinta con respecto a los álabes móviles de una fila de álabes y acortar el álabe móvil usando el dispositivo de rectificado de cinta, mientras se hace rotar el rodete en la máquina de giro con un número de revoluciones bajo. La diferencia de esta variante de procedimiento de acuerdo con la invención respecto al procedimiento utilizado hasta ahora del rectificado para la construcción de nuevos rodetes radica en el uso de un rectificador de cinta en lugar del disco de rectificado recto utilizado hasta ahora.

Preferentemente se aspira el polvo de rectificado que aparece durante el mecanizado por rectificado, para evitar un

ensuciamiento del entorno y proteger al operario frente a polvos dado el caso tóxicos, o al menos poco saludables.

Ventajosamente, las perforaciones para aire de refrigeración del álabe móvil que debe acortarse se obturan o cubren antes de llevar a cabo el mecanizado por rectificado, tal como ya se ha descrito anteriormente.

5 Características y ventajas adicionales de la presente invención quedan claras con ayuda de la siguiente descripción de formas de realización de acuerdo con la invención haciendo referencia al dibujo adjunto. En el mismo:

la figura 1 es una vista desde atrás esquemática de un dispositivo de rectificado de cinta según una primera forma de realización de la presente invención;

la figura 2 es una vista lateral esquemática del dispositivo de rectificado de cinta representado en la figura 1;

10 la figura 3 es una vista en corte esquemática, que muestra el dispositivo de rectificado de cinta representado en las figuras 1 y 2 en el estado normal durante el acortamiento de un álabe móvil de una turbomáquina; y

la figura 4 es una vista en perspectiva esquemática de un dispositivo de rectificado de cinta según una segunda forma de realización de la presente invención.

15 Las figuras 1 y 2 muestran un dispositivo de rectificado de cinta según una primera forma de realización de la presente invención, que sirve para acortar un álabe móvil 2 de una turbomáquina 3 mediante arranque de material de una punta del álabe, tal como se explica más detalladamente a continuación.

20 El dispositivo de rectificado de cinta 1 comprende un motor 4, una cinta abrasiva 5 accionada por el motor 4, que está colocada alrededor de un rodillo de contacto 6 y un rodillo tensor 7 y tensada entre los mismos, un equipo de avance/aproximación 8 y un equipo de orientación 9, estando dispuestos los componentes anteriormente mencionados sobre una placa base 10. Además el dispositivo de rectificado de cinta 1 comprende un equipo de fijación 11, con el que puede fijarse la placa base 10 a una junta divisora 12 de una mitad de carcasa inferior 13 de la turbomáquina 3.

25 El equipo de avance/aproximación 8 está diseñado para implementar el movimiento de avance y aproximación de la cinta abrasiva 5 y lo forma en el presente caso una mesa de carros transversales 14. Con ayuda del equipo de avance/aproximación 8 puede moverse la cinta abrasiva 5 mediante la activación de correspondientes volantes de maniobra 14 y 15 en direcciones perpendiculares entre sí, tal como está indicado mediante la doble flecha 16 y 17.

El equipo de orientación 9 lo forma en el presente caso una placa apoyada de manera giratoria, que puede girarse manualmente y establecerse en posiciones de giro arbitrarias.

30 El equipo de avance/aproximación 8 y/o el equipo de orientación 9 puede/pueden estar dotados de un sistema de medición sin contacto, para medir la distancia respecto a la pieza de trabajo que debe mecanizarse y, de esta manera, favorecer el ajuste del avance o la aproximación y/o la orientación de la cinta abrasiva 5 respecto a la pieza de trabajo.

El equipo de fijación 11 lo forman en el presente caso piezas de apriete, que pueden fijarse a la junta divisora 12 a través de tornillos de fijación y perforaciones roscadas presentes en la junta divisora 12 de la mitad de carcasa inferior 13.

35 Además, el dispositivo de rectificado de cinta 1 comprende un equipo de aspiración 18, que en el presente caso está previsto como unidad independiente. Alternativamente, sin embargo, este también puede estar configurado de manera solidaria con el dispositivo de rectificado de cinta 1. El equipo de aspiración 18 comprende un filtro no representado en detalle y sirve para separar polvos cancerígenos y evitar explosiones de polvo. Además, el equipo de aspiración 18 comprende un ventilador de aspiración no representado en detalle, que es suficientemente potente para aspirar el polvo de rectificado que aparece durante un mecanizado por rectificado por completo o al menos casi por completo.

40 Para acortar álabes móviles de una turbomáquina 3 en el estado montado, en una primera etapa se levanta y retira, tal como está representado en la figura 3, la mitad de carcasa superior (no mostrada) dejando al menos parcialmente al descubierto los álabes móviles que deben mecanizarse 2 así como la junta divisora 12 de la mitad de carcasa inferior 13. Tras ello se fija el dispositivo de rectificado de cinta 1 a la junta divisora 12 de la mitad de carcasa inferior 13 en la zona del álabe móvil 2 que debe mecanizarse utilizando el equipo de fijación 11. En otra etapa se orienta el dispositivo de rectificado de cinta 1 con respecto al álabe móvil 2 que debe acortarse, girando la placa apoyada de manera giratoria del equipo de orientación 9 y estableciendo a continuación la posición de giro una vez alcanzada la orientación deseada. Ahora puede acortarse el álabe móvil 2 *in situ* usando el dispositivo de rectificado de cinta 1 con una correspondiente activación del equipo de avance/aproximación 8, mientras se hace

girar de manera continua el rodete con ayuda de un equipo de giro auxiliar de rotor no representado en detalle y se aspira el polvo de rectificado que aparece durante el mecanizado por rectificado usando el equipo de aspiración 18. La anchura de la cinta abrasiva 5 se selecciona para ser mayor que la anchura de la punta del álabe, de modo que para acortar el álabe móvil 2 no se requiere ningún desplazamiento de la cinta abrasiva 5 a lo largo del contorno de la punta del álabe. Para evitar que el polvo de rectificado salga de la zona de mecanizado pueden usarse opcionalmente cepillos o placas deflectoras, que retienen el polvo en la zona deseada, incluso aunque esto no esté representado en detalle en el presente caso.

Si es de temer que el equipo de aspiración 18 no pueda evitar una obstrucción con polvo de rectificado de las perforaciones para aire de refrigeración de los álabes móviles 2 que deben acortarse, las perforaciones para aire de refrigeración de los álabes móviles 2 que deben acortarse pueden obturarse o cubrirse antes de llevar a cabo el mecanizado por rectificado. La obturación puede realizarse, por ejemplo, usando cera. Para la cobertura puede utilizarse, por ejemplo, una lámina adhesiva, o similares.

En otro procedimiento según una forma de realización de la presente invención pueden fijarse álabes móviles 2 que deben acortarse, en caso de fabricación nueva o en el marco de una revisión, también a un falso disco de rueda, que se monta después sobre un equipo de giro. El equipo de giro está diseñado a este respecto de tal manera que hace girar el falso disco de rueda alrededor de su eje de giro de manera continua. Un dispositivo de rectificado de cinta, tal como por ejemplo un dispositivo de rectificado de cinta 1 dispuesto en un bastidor, tal como se ha representado en las figuras 1 y 2, puede orientarse a continuación hacia los álabes móviles 2 que deben acortarse, tras lo cual se realiza el acortamiento de los álabes móviles 2 con el falso disco de rueda girando de manera continua. También en esta variante del procedimiento de acuerdo con la invención se aspira el polvo de rectificado que aparece durante el mecanizado por rectificado preferentemente usando un correspondiente equipo de aspiración. Adicionalmente pueden obturarse o cubrirse las perforaciones para aire de refrigeración de los álabes móviles que deben acortarse también antes de llevar a cabo el mecanizado por rectificado. Alternativamente, también pueden limpiarse simplemente, sin embargo, los álabes móviles tras el acortamiento.

La figura 4 muestra un dispositivo de rectificado de cinta 19 que sirve para acortar un álabe director 2 en el estado desmontado mediante arranque de material en la punta del álabe. El dispositivo de rectificado de cinta 1 comprende un bastidor 20, un motor 21, una cinta abrasiva 22 accionada por el motor 21, que está colocada alrededor de un rodillo de contacto 23 y un rodillo tensor 24 y tensada entre los mismos, un equipo de avance/aproximación 25, que está diseñado para implementar el movimiento de avance y aproximación de la cinta abrasiva 22, un dispositivo de colocación 26, que está diseñado para la orientación relativa de la cinta abrasiva 22 y de un álabe móvil 2 que debe acortarse, y un equipo de cambio rápido 27 diseñado para alojar el álabe móvil 2, que está fijado a un brazo pivotante 29 sujeto a un bastidor 20 de manera que puede pivotar alrededor de un eje de pivote 28, que está dotado en su extremo libre de un contrapeso 30. El brazo pivotante 29 está unido a través de una varilla 31 desplazable longitudinalmente, unida de manera articulada, con un accionamiento 32 que implementa el movimiento de carrera del brazo pivotante 29 y que está montado en el bastidor 20.

También el dispositivo de rectificado de cinta 19 puede estar equipado con un equipo de aspiración 18, si se desea, incluso aunque tal equipo de aspiración 18 no esté representado en la figura 4.

El equipo de avance/aproximación 25, el equipo de orientación 26 y el equipo de aspiración 18 pueden estar configurados de manera análoga a los correspondientes componentes del dispositivo de rectificado de cinta 1 representado en las figuras 1 a 3, por lo que se prescinde en este punto de una nueva descripción.

Una ventaja esencial del procedimiento de acuerdo con la invención para acortar álabes móviles de una turbomáquina mediante arranque de material en la punta del álabe radica en que, al usar una cinta abrasiva, que es más ancha que la punta del álabe que debe acortarse, puede mecanizarse toda la punta del álabe en una operación de trabajo. Por consiguiente no es necesario, a diferencia del mecanizado por rectificado con un disco de rectificado y del mecanizado por fresado, ningún desplazamiento de la cinta abrasiva a lo largo del contorno de la punta del álabe, lo que conduce a un modo de construcción compacto, sencillo y barato. Se acorta asimismo el tiempo de mecanizado de manera decisiva. Una ventaja adicional de la utilización de un dispositivo de rectificado de cinta puede verse en que las cintas rectificadoras no son tan propensas a daños en el transporte como los discos de rectificado rectos o las fresas. Asimismo, los ensayos han mostrado que al utilizar un dispositivo de rectificado de cinta no ha de temerse un desconchado del recubrimiento cerámico de los álabes. Además, con el mecanizado por rectificado con una cinta abrasiva no se generan arañazos, o solo unos pocos, lo que tiene la ventaja de que no tienen que efectuarse mecanizados posteriores manuales, o solo en pequeña medida. Otra ventaja adicional radica en que el tiempo de mecanizado acortado también lleva asociado un tiempo de puesta en peligro acortado del personal.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento para acortar al menos un álabe móvil (2) de una turbomáquina (3) mediante arranque de material en la punta del álabe, **caracterizado porque** para acortar el álabe móvil (2) se utiliza un dispositivo de rectificado de cinta (1; 19), en el que los álabes móviles (2) permanecen montados durante el acortamiento dentro de una carcasa de la turbomáquina (3), presentando el procedimiento las etapas de:
- retirar una parte de la carcasa dejando al menos parcialmente al descubierto los álabes móviles (2) que deben mecanizarse así como una junta divisora (12) de la carcasa;
  - fijar un dispositivo de rectificado de cinta (1) a la junta divisora (12) de la carcasa en la zona de los álabes móviles (2) que deben mecanizarse;
- 10 - orientar el dispositivo de rectificado de cinta (1) con respecto a los álabes móviles (2) que deben mecanizarse y
- acortar los álabes móviles (2) *in situ* usando el dispositivo de rectificado de cinta (1), mientras el rodete se hace girar de manera continua y se aspira el polvo de rectificado que aparece durante el mecanizado por rectificado.
2. Procedimiento según la reivindicación 1,
- 15 en el que las perforaciones para aire de refrigeración de los álabes móviles (2) que deben acortarse se obturan o cubren antes de llevar a cabo el mecanizado por rectificado.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2,
- en el que para hacer girar de manera continua el rodete se utiliza un equipo de giro auxiliar de rotor.
4. Procedimiento según la reivindicación 1,
- que presenta la etapa de:
- 20 - fijar los álabes móviles (2) a un falso disco de rueda o en un rodete completo;
- disponer el falso disco de rueda o el rodete con los álabes móviles (2) sujetos al mismo en un equipo de giro, que está diseñado para hacer girar el falso disco de rueda o el rodete alrededor del eje de giro;
  - orientar el dispositivo de rectificado de cinta (1) con respecto a los álabes móviles (2) que deben acortarse y
  - acortar los álabes móviles (2) usando el dispositivo de rectificado de cinta (1), mientras se hace girar de manera continua el falso disco de rueda o el rodete.
- 25 5. Procedimiento según la reivindicación 1,
- en el que el procedimiento presenta la etapa de:
- desmontar un álabe móvil (2) que debe acortarse de la turbomáquina (3);
  - fijar el álabe móvil (2) a un equipo de cambio rápido (27), diseñado para alojar el álabe móvil (2), de un dispositivo de rectificado de cinta (19);
  - orientar una cinta abrasiva (22) del dispositivo de rectificado de cinta (19) con respecto al álabe móvil (2) y
  - acortar el álabe móvil (2) usando el dispositivo de rectificado de cinta (19), mientras se hace pivotar el equipo de cambio rápido (27), junto con el álabe móvil (2) fijado al mismo, alrededor de un eje de pivote (28).
- 30 6. Procedimiento según la reivindicación 4 o 5, en el que se aspira el polvo de rectificado que aparece durante el mecanizado por rectificado.
- 35 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 a 6, en el que las perforaciones para aire de refrigeración del álabe móvil (2) que debe acortarse se obturan o cubren antes de llevar a cabo el mecanizado por rectificado.

FIG 1

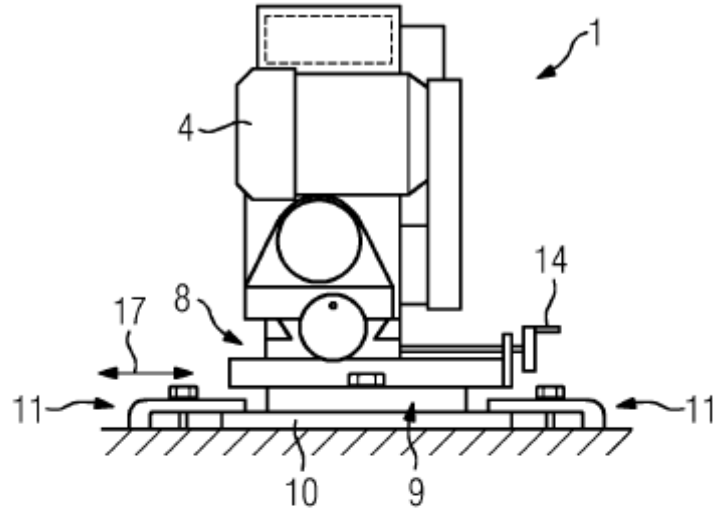


FIG 2

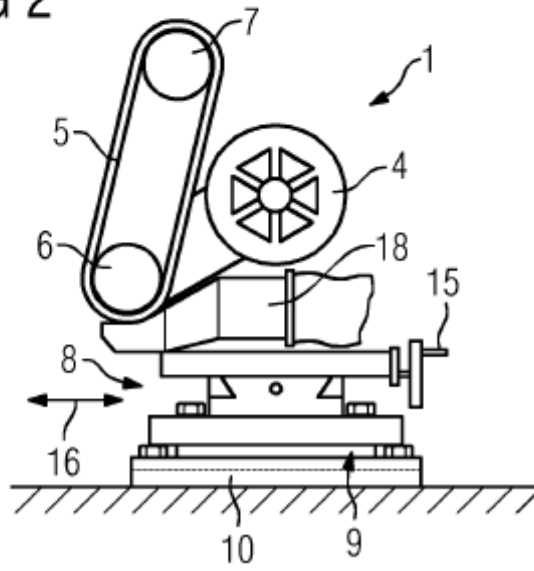


FIG 3

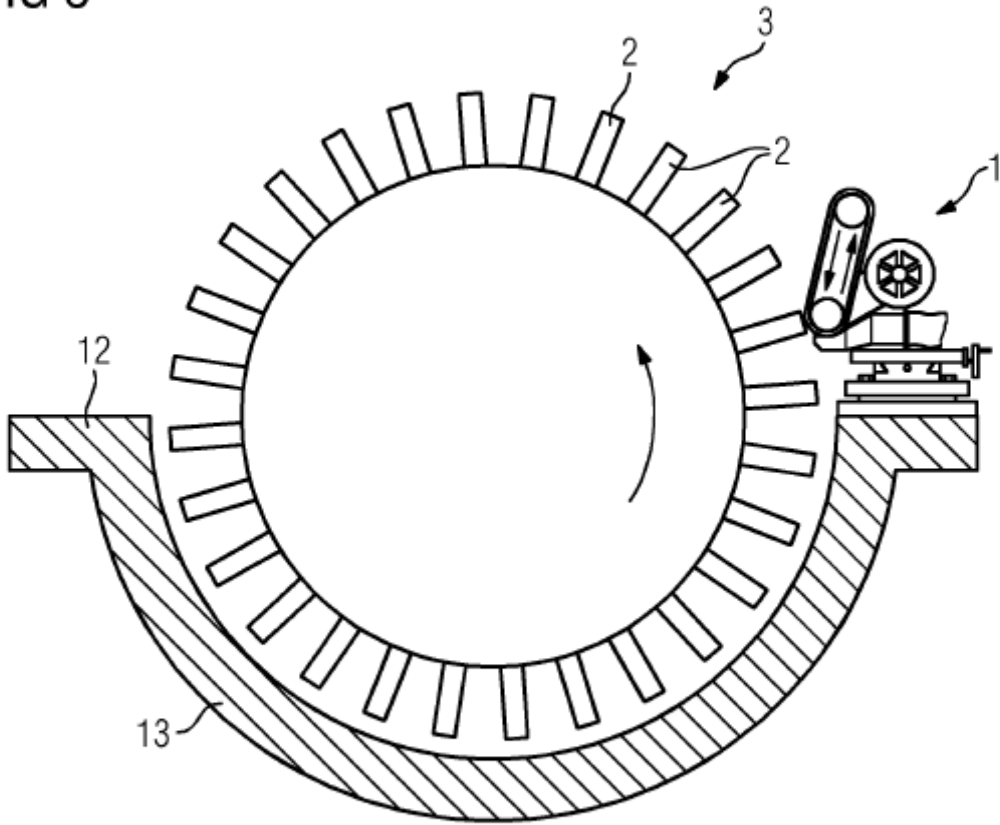




FIG 4

