

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 755 837**

51 Int. Cl.:

**B24B 27/00** (2006.01)

**B24B 41/02** (2006.01)

**B24B 49/12** (2006.01)

**B24B 27/033** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.12.2017** **E 17210717 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2019** **EP 3354405**

54 Título: **Máquina desbarbadora y rectificadora**

30 Prioridad:

**05.01.2017 AT 500052017**

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

**23.04.2020**

73 Titular/es:

**BRAUN MASCHINENFABRIK GMBH (100.0%)**  
**Gmundner Strasse 76**  
**4840 Vöcklabruck, AT**

72 Inventor/es:

**PURRER, STEFAN**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

**ES 2 755 837 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

Máquina desbarbadora y rectificadora

- 5 La invención se refiere a un dispositivo para el mecanizado de bordes y superficies de un producto semiacabado dispuesto de manera que se pueda desplazar en una dirección de transporte con la ayuda de una vía de rodillos conformada por rodillos, en particular para desbarbar y rebabar lingotes en bruto, tochos, planchones y similares, donde se prevé un primer carro dispuesto en un soporte inmóvil de manera que se pueda desplazar en un primer eje de movimiento vertical, y en el primer carro se encuentra dispuesto un cabezal rectificador con una muela rectificadora que puede girar alrededor de un eje de muela rectificadora, donde el cabezal rectificador se encuentra alojado de manera que pueda rotar mediante un mecanismo pivotante 360° alrededor de un eje pivotante, el cual se encuentra orientado de manera perpendicular al primer eje de movimiento, y el eje de muela rectificadora se encuentra distanciado del eje pivotante y orientado de manera paralela al eje pivotante, según el preámbulo de la reivindicación 1.
- 10
- 15 En el documento JP S57 138572 A se ha descrito un dispositivo de este tipo. Otros dispositivos para el mecanizado y la medición de una pieza de trabajo han sido descritos en los documentos US 3.667.165 A, DE 10 2014 104337 B3, DE 22 04 159 A1, EP 2.408.594 B1 y DE 17 52 149 A1.
- 20 El desbarbado de bordes realizados por oxicrote en productos semiacabados de, por ejemplo, productos de acero, cumple un rol muy importante en la industria del acero para el procesamiento posterior de productos semiacabados en trenes de laminación. En el procedimiento de colada continua, el acero bruto líquido se transforma en productos brutos sólidos y listos para ser procesados individualmente, en tanto que el acero bruto líquido se vierte en primer lugar en una lingotera de cobre que define la forma y el tamaño de la sección transversal de la barra de acero generada y, en una zona de enfriamiento, la barra de acero que se solidifica lentamente es desviada con la ayuda de rodillos de una denominada vía de rodillos, desde la dirección de transporte perpendicular hacia una dirección de transporte horizontal, y es enfriada. Después de la solidificación completa de la barra de acero, esta se divide en productos brutos de menor tamaño para su posterior procesamiento, con la ayuda de máquinas de oxicrote que se desplazan conjuntamente. Dichos productos semiacabados se denominan según la forma y el tamaño, por ejemplo,
- 25
- 30 planchones, palanquillas, tochos o lingotes para forja, y generalmente deben atravesar otras etapas de conformación, en particular etapas de laminado en caliente o de laminado en frío.
- Mediante el procedimiento de oxicrote se generan depósitos de escoria del oxicrote en el borde de corte superior y en el inferior, así como en las caras del producto semiacabado. Este depósito de escoria, que también se denomina rebaba de oxicrote, se debe retirar antes del siguiente procedimiento de conformación con el fin de evitar daños en los cilindros de las cajas de laminación y en los rodillos de los transportadores de rodillos, los cuales se pueden generar debido a la consistencia extremadamente dura de los depósitos de escoria. Además, se debe evitar el laminado de la rebaba de oxicrote en el material a laminar, dado que un laminado de esta clase de la rebaba de oxicrote disminuye la calidad del material laminado y se incrementa el índice de descarte del producto laminado. La extracción de los depósitos de escoria también se denomina desbarbado o rebabado.
- 35
- 40 Para extraer los depósitos de escoria, convencionalmente se utilizan dos procedimientos, es decir, el corte de la rebaba de oxicrote utilizando una cuchilla y la extracción mediante golpes utilizando un martillo giratorio. En el caso de las máquinas de desbarbado que procesan según el principio de corte, una cuchilla que puede elevarse y descender se encuentra instalada entre dos rodillos de la vía de rodillos, y se encuentra conectada con la máquina de oxicrote. Para desbarbar el borde de corte frontal del planchón, en primer lugar, dicho borde se desplaza por encima de la cuchilla y luego se detiene. A continuación, la cuchilla se eleva y se presiona contra el planchón. Mediante la inversión de la marcha del planchón a continuación, se corta la rebaba de oxicrote y cae hacia abajo. A continuación, la cuchilla se conduce nuevamente hacia la posición descendida y el planchón se puede transportar posteriormente en la dirección de transporte. Una desventaja esencial de dicho procedimiento consiste en que solo se puede desbarbar el lado inferior del planchón. Por lo tanto, la rebaba de oxicrote que se adhiere al lado superior del planchón se debe retirar por separado, la mayoría de las veces a mano. Además, debido a un desgaste no uniforme de la cuchilla, no es posible garantizar un desbarbado uniforme a lo largo de todo el borde de corte.
- 45
- 50 En el caso de la extracción mediante golpes utilizando el martillo giratorio, una hilera de martillos alojados de un lado, se encuentran fijados en la circunferencia de un rodillo giratorio. Como consecuencia de la rotación, los martillos se orientan hacia el exterior debido a la fuerza centrífuga que actúa. Además, el eje completo está diseñado de manera que se pueda elevar y pueda descender. Cuando un planchón se aproxima, el eje giratorio se eleva. Tan pronto como el planchón entra en contacto con los martillos giratorios, la rebaba de oxicrote es desprendida del planchón mediante golpes, debido a la inercia de la masa de los martillos. Después el eje desciende nuevamente. Este procedimiento presenta la desventaja de que las rebabas de oxicrote fuertemente adheridas no se desprenden mediante los golpes, sino que se introducen aún más profundamente en la estructura del material del planchón, hecho que nuevamente incrementa el índice de descarte del producto laminado.
- 55
- 60
- 65 Además, a partir del procedimiento de colada continua en general se obtiene un planchón largo (planchón original) con una temperatura comparativamente menor, dado que una división en múltiples partes de longitudes más cortas

no es posible con una conexión directa con el procedimiento de colada, debido a problemas con los tiempos de ciclo. Sin embargo, en el tren de laminación se requieren longitudes de planchones más cortas. Por lo tanto, el planchón original se divide en los denominados planchones derivados mediante instalaciones de oxicorte que trabajan en paralelo y que se encuentran reunidas de manera que conformen una instalación independiente. Las longitudes convencionales rondan entre los 1.500 y 3.000 mm. En el caso de estas piezas de trabajo, la rebaba de oxicorte resulta aún más difícil de retirar, dado que dichas piezas se fraccionan en estado frío o bien, en estado caliente. En el caso de un desbarbado convencional mediante rotación, en comparación con procedimientos de desbarbado en caliente, en este caso las herramientas o bien, los martillos desgastan a una velocidad superior al promedio.

5  
10  
15

Por lo tanto, el objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un dispositivo para el mecanizado de bordes y superficies de un producto semiacabado dispuesto de manera que se pueda desplazar en una dirección de transporte, en particular para desbarbar y rebabar, que no presente las desventajas descritas. Además, el dispositivo debe poder mecanizar tanto el borde superior como también el borde inferior, así como los bordes laterales de la cara, por ejemplo, de un planchón, es decir, tanto de la cara frontal como de la cara posterior. Además, también se deben poder mecanizar las caras cortadas con oxicorte, para el caso que esto resulte necesario en función del procedimiento.

20  
25  
30  
35  
40  
45

Estos objetivos se logran con un dispositivo según la reivindicación 1. La reivindicación 1 se refiere a un dispositivo para el mecanizado de bordes y superficies de un producto semiacabado dispuesto de manera que se pueda desplazar en una dirección de transporte con la ayuda de una vía de rodillos conformada por rodillos, en particular para desbarbar y rebabar lingotes en bruto, tochos, planchones y similares, donde se prevé un primer carro dispuesto en un soporte inmóvil de manera que se pueda desplazar en un primer eje de movimiento vertical, y en el primer carro se encuentra dispuesto un cabezal rectificador con una muela rectificadora que puede girar alrededor de un eje de muela rectificadora, donde el cabezal rectificador se encuentra alojado de manera que pueda rotar mediante un mecanismo pivotante 360° alrededor de un eje pivotante, el cual se encuentra orientado de manera perpendicular al primer eje de movimiento, y el eje de muela rectificadora se encuentra distanciado del eje pivotante y orientado de manera paralela al eje pivotante. Según la invención, se recomienda además que el soporte esté realizado como una pieza inmóvil de un bastidor tipo pórtico, el cual se extiende de manera perpendicular a la dirección de transporte, y se extiende de manera horizontal por encima de la vía de rodillos, donde el primer carro se pueda desplazar desde una posición de espera superior hacia una posición de trabajo inferior y, en la posición de trabajo inferior, el eje pivotante se encuentre por debajo del soporte. Por lo tanto, según la invención, se puede utilizar un procedimiento de rectificado, en particular un procedimiento de rectificado bajo alta presión donde se utiliza una muela rectificadora de por sí conocida y compuesta por granos abrasivos, sometida a una fuerza de presión elevada y con una potencia motriz igualmente elevada. La muela rectificadora es conducida por un cabezal rectificador que se encuentra alojado de manera que pueda rotar 360° alrededor de un eje pivotante, el cual se encuentra orientado de manera paralela al eje de muela rectificadora. Por lo tanto, la fuerza de presión de la muela rectificadora sobre el producto semiacabado se aplica como consecuencia de un movimiento pivotante del cabezal rectificador alrededor del eje pivotante, donde el producto semiacabado se mecaniza con la superficie lateral de la muela rectificadora que gira alrededor del eje de la muela rectificadora. El posicionamiento de la muela rectificadora sobre el borde o la superficie a mecanizar, se realiza con la ayuda de una interacción del primer carro con la rotación del cabezal rectificador. De esta manera, se obtiene un espacio de mecanizado posible que está definido por el desplazamiento del primer carro, así como por la extensión del cabezal rectificador con la muela rectificadora. Dentro de este espacio de mecanizado, cada punto puede ser alcanzado con la muela rectificadora mediante el control correspondiente del primer carro, así como del cabezal rectificador. El producto semiacabado alojado de manera móvil se debe posicionar en dicho espacio de mecanizado solo con su cara frontal o cara posterior a mecanizar.

50  
55  
60

Además, el alojamiento del cabezal rectificador que le permite rotar 360° representa una característica decisiva, dado que en el caso de un planchón inmovilizado se puede mecanizar tanto el borde inferior como el borde superior, sin desplazar el planchón. Más bien, después de un mecanizado, por ejemplo, del borde superior de la cara frontal de un planchón, el cabezal rectificador realiza un movimiento pivotante de manera que se desplace hacia arriba, realice un movimiento giratorio y se aproxime desde abajo del borde inferior de la cara frontal del planchón. Después de mecanizar el borde inferior, el cabezal rectificador se puede apartar del planchón mediante un movimiento del cabezal rectificador y/o del carro, de manera que el planchón se pueda continuar desplazando en la dirección de transporte, hasta que la cara posterior del planchón llegue a la zona de mecanizado del cabezal rectificador. El planchón se puede detener en esta posición, de manera que los bordes laterales de la cara posterior se puedan mecanizar mediante los respectivos movimientos pivotantes del cabezal rectificador. Sin embargo, resulta evidente el hecho de que también se pueden mecanizar las propias caras o las superficies laterales del producto semiacabado, dispuestas en los extremos y adyacentes a los bordes, siempre que se encuentren al alcance de la muela rectificadora.

65

Además, según la invención, el primer eje de movimiento se orienta de manera vertical y el segundo eje de movimiento, por lo tanto, de manera horizontal. Por consiguiente, también se extiende de manera horizontal el soporte inmóvil donde se encuentra alojado el segundo carro de manera que se pueda desplazar en el segundo eje de movimiento. Además, el soporte está diseñado como una pieza de un pórtico que se dispone en la vía de rodillos entre dos rodillos, donde el producto semiacabado se desplaza atravesando el pórtico. En este caso, el plano de

movimiento del primer carro se orienta de manera vertical y perpendicular a la dirección de transporte del producto semiacabado. El plano pivotante del cabezal rectificador se encuentra dispuesto preferentemente de manera perpendicular sobre dicho plano de movimiento, y también se encuentra orientado de manera vertical, en tanto que el eje pivotante y el eje de la muela rectificadora se orientan de manera horizontal.

5 Según la invención, además el primer carro se puede desplazar desde una posición de espera superior hacia una posición de trabajo inferior, donde en la posición de trabajo inferior, el eje pivotante se encuentra por debajo del soporte. En este caso, el producto semiacabado se desplaza por debajo del soporte, donde el primer carro con el cabezal rectificador se aproxima desde arriba al producto semiacabado por mecanizar. Esta configuración garantiza una "rigidez" del sistema, con la cual se puede generar igualmente la fuerza de presión deseada a lo largo de toda la cara del producto semiacabado, independientemente del posicionamiento de la muela rectificadora. Además, el cabezal rectificador y el primer carro se encuentran protegidos contra las virutas de rectificado que caen.

15 El primer carro puede estar dispuesto en un segundo carro que se encuentra alojado en el soporte inmóvil de manera que se pueda desplazar en un segundo eje de movimiento ortogonal a la primera dirección de movimiento, donde el eje pivotante y el eje de muela rectificadora se encuentran orientados de manera paralela a un plano definido por el primer y el segundo eje de movimiento. El segundo carro permite un movimiento de extracción en la dirección del segundo eje de movimiento, mientras que, de lo contrario, la posición del cabezal rectificador y del primer carro permanece igual. De esta manera, se obtiene un plano de movimiento para el primer carro que se encuentra dispuesto preferentemente de manera perpendicular a la dirección de transporte del producto semiacabado, de manera que durante su transporte el producto semiacabado "atraviese" dicho plano de movimiento del primer carro.

25 El mecanismo pivotante comprende preferentemente un mecanismo de engranajes que presenta una corona dentada dispuesta en el cabezal rectificador de manera concéntrica con respecto al eje pivotante, y un piñón engranado con la corona dentada y dispuesto en el primer carro, que es accionado por un accionamiento giratorio dispuesto en el primer carro. Mediante dicho mecanismo pivotante es posible girar el cabezal rectificador 360° de manera continua e ilimitada en ambas direcciones de rotación. Además del posicionamiento giratorio del cabezal rectificador, el mecanismo pivotante también cumple la función de generar la fuerza de presión deseada entre la muela rectificadora y el producto semiacabado por mecanizar. Para obtener el aspecto de rectificado deseado también en el borde o la superficie a rectificar en el caso de contornos irregulares, se debe garantizar una regulación rápida del mecanismo pivotante, como se explica más detalladamente a continuación.

35 Preferentemente, para la muela rectificadora se prevé un accionamiento de husillo portamuela que comprende un motor de accionamiento de rectificado dispuesto en el primer carro, el cual mediante una correa trapecoidal se encuentra conectado con un eje intermedio que se extiende de manera concéntrica con respecto al eje pivotante, que se extiende desde el primer carro hasta el cabezal rectificador y que se encuentra conectado con el husillo portamuela de la muela rectificadora mediante una correa dentada. Además, el motor de accionamiento de rectificado se encuentra alojado preferentemente sobre un soporte elástico del motor o una corredera de sujeción o para motor, para garantizar la tensión necesaria de la correa. Con la ayuda de la correa dentada se puede prescindir de un reajuste de la tensión de la correa, lo cual muy difícilmente se podría realizar dentro del cabezal rectificador. Mediante ambos accionamientos de correa se puede lograr una multiplicación que permita conmutar la velocidad del motor a una velocidad más elevada de la muela rectificadora. Además, la activación del motor de accionamiento de rectificado se realiza preferentemente a través de un convertidor de frecuencia, para poder adaptar la velocidad al diámetro correspondiente de la muela rectificadora, y para poder garantizar una velocidad periférica constante de la muela rectificadora. Para determinar el valor teórico de la velocidad del motor de accionamiento de rectificado, se puede prever un sistema de barreras de luz que mida el diámetro de la muela rectificadora en distancias regulares.

50 Como se ha explicado anteriormente, el planchón se debe desplazar en la dirección de transporte de manera que se posicione con su cara frontal o cara posterior dentro de la zona de mecanizado del cabezal rectificador. Para el posicionamiento se recomienda preferentemente una unidad de detección y posicionamiento para el producto semiacabado por mecanizar, que comprende sensores ópticos para determinar la posición del producto semiacabado en la dirección de transporte, sensores ópticos de distancia para determinar el grosor del producto semiacabado, así como sensores ópticos de distancia para determinar el ancho del producto semiacabado transversalmente con respecto a la dirección de transporte. Con la ayuda de dicho sistema de medición sin contacto, la vía de rodillos se puede regular para su detención de manera controlada con los elevados pesos del planchón y, simultáneamente, se puede supervisar la posición del planchón en la dirección de transporte antes y durante el procedimiento de rectificado. Los valores de medición de la unidad de detección y posicionamiento se transfieren a continuación a una unidad de control o de regulación que, en base a estos datos, regula el movimiento de ambos carros y del cabezal rectificador y, de esta manera, el procedimiento de rectificado.

A continuación, se explica en detalle la invención mediante las formas de realización preferidas, con la ayuda de los dibujos incluidos. En este caso muestran:

65 la figura 1, una representación esquemática de una forma de realización del dispositivo según la invención y su disposición en una vía de rodillos para el transporte de un producto semiacabado, con el primer carro parcialmente

abierto,

las figuras 2a-j, representaciones esquemáticas para explicar las posibles posiciones de rectificado del cabezal rectificador,

5 la figura 3, una representación de una vista interior del primer carro y del cabezal rectificador,

la figura 4, otra representación de una vista interior del primer carro y del cabezal rectificador, en una perspectiva diferente,

10 la figura 5, una vista en perspectiva de una forma de realización del mecanismo pivotante,

la figura 6, una vista lateral del mecanismo pivotante, según la figura 5, y

15 la figura 7, una vista de sección según el plano de sección A-A de la figura 6.

La figura 1 muestra una representación esquemática de una forma de realización del dispositivo según la invención y su disposición en una vía de rodillos conformada por rodillos 1 para transportar un producto semiacabado 2, por ejemplo, un planchón. El producto semiacabado 2 se puede desplazar mediante la rotación de los rodillos que se pueden accionar en correspondencia 1, en una dirección de transporte R que se extiende en un eje horizontal x. El dispositivo según la invención presenta un soporte 3 inmóvil y que se extiende de manera horizontal por encima de la vía de rodillos, el cual está posicionado por encima del producto semiacabado 2 y se extiende de manera perpendicular a la dirección de transporte R. El soporte 3 forma parte de un bastidor tipo pórtico diseñado como una construcción sólida e inmóvil, para poder absorber las fuerzas del procedimiento de rectificado y desviarlas hacia la base. Dado que el producto semiacabado 2 presenta temperaturas del material de hasta 900 °C, se prevé un dispositivo de protección térmica 5 para proteger el soporte 3 contra el calor permanente irradiado del producto semiacabado 2. Para ello, en el soporte 3 se fija, por ejemplo, un dissipador de calor con circulación de agua y perfiles de acero soldados, y se conecta en el sistema de agua de uso industrial de la instalación de colada continua. El dispositivo de protección térmica 5 solo se requiere durante el mecanizado de planchones calientes, no será necesario para las aplicaciones en frío. Para recoger el material rectificado, debajo del soporte 3 y de la zona de trabajo se encuentra dispuesto un recipiente colector de virutas 10 entre dos rodillos de la vía de rodillos. La eliminación de las virutas se puede realizar opcionalmente también a través de un mecanismo transportador, donde en este caso entre los rodillos 1 solo se prevé un embudo para dirigir las virutas hacia el mecanismo transportador o hacia un recipiente para virutas dispuesto en un nivel inferior.

Un primer carro 6 se encuentra dispuesto en un segundo carro 4 que, por su parte, se encuentra dispuesto en el soporte 3. Además, el segundo carro 4 se encuentra alojado en el soporte 3 de manera que se pueda mover con la ayuda de un sistema de conducción lineal, de manera que se pueda desplazar con un sistema de avance horizontal en un eje de movimiento horizontal y. Como sistema de avance horizontal se puede utilizar, por ejemplo, una combinación de cremallera y piñón, donde el piñón es accionado por un servomotor síncrono. La cremallera está fijada en el soporte 3 y el servomotor síncrono con el piñón, en el segundo carro 4. El posicionamiento del segundo carro se puede realizar a través de un encoder absoluto dispuesto directamente en el servomotor síncrono. De esta manera, el sistema de medición se encuentra protegido contra influencias externas y se evita un sensor adicional para el referenciado del segundo carro 4.

El primer carro 6 se encuentra conectado con el segundo carro 4 de manera que se pueda mover mediante un sistema de conducción lineal, el cual se puede desplazar mediante un sistema de avance vertical en un eje de movimiento vertical z. Para el sistema de avance vertical, se recomienda un husillo de rosca de bolas en combinación con un servomotor síncrono. El posicionamiento del primer carro 6 se puede realizar como en el caso del segundo carro 4, a través de un encoder absoluto dispuesto directamente en el servomotor síncrono del sistema de avance vertical. Eventualmente, se puede prever un freno para que, en caso de falta de corriente, el primer carro 6 se pueda mantener en posición y no se hunda hacia abajo.

En el primer carro 6 se encuentra un motor de accionamiento de rectificado 7 (véanse las figuras 3 y 4) que acciona una muela rectificadora 8 de la manera que será descrita en detalle más adelante. La muela rectificadora 8 se encuentra alojada en un cabezal rectificador 9 de manera que pueda rotar alrededor de un eje de muela rectificadora S<sub>1</sub>, y está diseñada preferentemente como una muela rectificadora de alta presión. Por muela rectificadora de alta presión se entiende una muela rectificadora 8 aglomerada con resina sintética y compactada bajo altas temperaturas y bajo presión elevada. Está compuesta por una capa abrasiva prevista para el propio procedimiento de rectificado, y el centro de grano fino con anillos de acero incrustados que sirven para incrementar la estabilidad de la muela. De una manera de por sí conocida, la capa abrasiva está compuesta por el grano abrasivo y el aglomerante, donde el grano abrasivo de diferentes materiales se puede añadir en el aglomerante con una distancia entre granos diferente.

El cabezal rectificador 9 se encuentra alojado en el primer carro 6 de manera que pueda rotar alrededor de un eje pivotante S<sub>2</sub>, donde dicho alojamiento permite un movimiento giratorio de 360° continuo e ilimitado en ambas direcciones de rotación. El primer eje de movimiento z y el segundo eje de movimiento y definen un plano de

movimiento para el primer carro 6 orientado verticalmente y dispuesto de manera perpendicular a la dirección de transporte R. El plano pivotante del cabezal rectificador 9 se encuentra dispuesto de manera perpendicular sobre dicho plano de movimiento, y también se encuentra orientado de manera vertical, en tanto que el eje pivotante  $S_2$  y el eje de la muela rectificadora  $S_1$  se orientan de manera horizontal. Por lo tanto, la fuerza de presión de la muela rectificadora 8 sobre el producto semiacabado 2 se aplica como consecuencia de un movimiento pivotante del cabezal rectificador 9 alrededor del eje pivotante  $S_2$ , donde el producto semiacabado 2 se mecaniza con la superficie lateral de la muela rectificadora 8 que gira alrededor del eje de la muela rectificadora  $S_1$ . El movimiento de extracción, es decir, el movimiento de la muela rectificadora 8 sobre el borde o la superficie por mecanizar del producto semiacabado 2, se realiza con la ayuda de ambos carros 4, 6. De esta manera, se obtiene un espacio de mecanizado posible que está definido por el plano de movimiento del primer carro 6, así como por la extensión orientada de manera perpendicular a dicho plano de movimiento, del cabezal rectificador 9 con la muela rectificadora 8. Dentro de este espacio de mecanizado, cada punto puede ser alcanzado con la muela rectificadora 8 mediante el control correspondiente del primer y del segundo carro 4, 6, así como del cabezal rectificador 9. El producto semiacabado 2 alojado de manera móvil se debe posicionar en dicho espacio de mecanizado solo con su cara frontal o cara posterior a mecanizar.

De esta manera, se pueden lograr posiciones de rectificado de la muela rectificadora 8 que permitan un mecanizado del borde superior, del borde inferior y de los bordes laterales tanto de la cara frontal como de la cara posterior del producto semiacabado 2, como se explica mediante la figura 2. Además, también se pueden mecanizar las superficies laterales del producto semiacabado, dispuestas en los extremos y adyacentes a los bordes, siempre que se encuentren al alcance de la muela rectificadora 8. De esta manera, en primer lugar, las figuras 2a-e muestran esquemáticamente un mecanizado del extremo frontal de un producto semiacabado 2 que fue posicionado en el espacio de mecanizado de la muela rectificadora 8. Además, la figura 2a muestra el mecanizado de una superficie lateral del producto semiacabado 2 adyacente al borde lateral superior, y la figura 2b muestra el mecanizado de una superficie lateral del producto semiacabado 2 adyacente al borde lateral inferior. El cambio de la posición de rectificado según la figura 2a a la posición de la figura 2b, se puede realizar mediante la rotación del cabezal rectificador 9 en sentido antihorario en relación con la figura 2a, con un eventual ajuste de la altura del primer carro 6 en el primer eje de movimiento z, sin necesidad de desplazar el producto semiacabado 2 por mecanizar. Con la ayuda de un movimiento de avance del segundo carro 4 en la segunda dirección de movimiento y, se puede mecanizar todo el ancho del producto semiacabado 2 transversalmente a la dirección de transporte R. La figura 2c muestra el mecanizado del borde lateral inferior del producto semiacabado 2, y la figura 2d muestra el mecanizado del borde lateral superior del producto semiacabado 2. El cambio de la posición de rectificado según la figura 2c a la posición de la figura 2d, se puede realizar mediante la rotación del cabezal rectificador 9 en sentido horario en relación con la figura 2c, nuevamente con un eventual ajuste de la altura del primer carro 6 en el primer eje de movimiento z, sin necesidad de desplazar el producto semiacabado 2 por mecanizar. Con la ayuda de un movimiento de avance del segundo carro 4 en la segunda dirección de movimiento y, nuevamente se puede mecanizar todo el ancho del producto semiacabado 2 transversalmente a la dirección de transporte R. La figura 2e muestra solamente el mecanizado de la cara frontal del producto semiacabado 2. El cambio de la posición de rectificado según la figura 2d a la posición de la figura 2e, se puede realizar, por ejemplo, mediante la rotación del cabezal rectificador 9 en sentido antihorario en relación con la figura 2d, con un ajuste de la altura del primer carro 6 en el primer eje de movimiento z, sin necesidad de desplazar el producto semiacabado 2 por mecanizar. Con la ayuda de un movimiento de avance del segundo carro 4 en la segunda dirección de movimiento y, nuevamente se puede mecanizar todo el ancho del producto semiacabado 2 transversalmente a la dirección de transporte R. Después de mecanizar el extremo frontal del producto semiacabado 2, el cabezal rectificador 8 se puede apartar del producto semiacabado 2 mediante un movimiento del cabezal rectificador 8 y/o de ambos carros 4, 6, de manera que el producto semiacabado 2 se pueda continuar desplazando en la dirección de transporte R, hasta que el extremo posterior del producto semiacabado 2 llegue a la zona de mecanizado del cabezal rectificador 8. El producto semiacabado 2 se puede detener en esta posición, de manera que los bordes de la cara posterior, la propia cara posterior, así como las superficies laterales del producto semiacabado 2, dispuestas en los extremos y adyacentes a los bordes, se puedan mecanizar mediante los respectivos movimientos pivotantes del cabezal rectificador 8, como se explica mediante las figuras 2f-j. Además, la figura 2f muestra el mecanizado de una superficie lateral del producto semiacabado 2 adyacente al borde lateral superior, y la figura 2g muestra el mecanizado de una superficie lateral del producto semiacabado 2 adyacente al borde lateral inferior, es decir, en cada caso de la cara posterior. El cambio de la posición de rectificado según la figura 2f a la posición de la figura 2g, se puede realizar mediante la rotación del cabezal rectificador 9 en sentido horario en relación con la figura 2g, con un eventual ajuste de la altura del primer carro 6 en el primer eje de movimiento z, sin necesidad de desplazar el producto semiacabado 2 por mecanizar. Con la ayuda de un movimiento de avance del segundo carro 4 en la segunda dirección de movimiento y, se puede mecanizar todo el ancho del producto semiacabado 2 transversalmente a la dirección de transporte R. La figura 2h muestra el mecanizado del borde lateral inferior del producto semiacabado 2, y la figura 2i muestra el mecanizado del borde lateral superior del producto semiacabado 2. El cambio de la posición de rectificado según la figura 2h a la posición de la figura 2i, se puede realizar mediante la rotación del cabezal rectificador 9 en sentido antihorario en relación con la figura 2h, nuevamente con un eventual ajuste de la altura del primer carro 6 en el primer eje de movimiento z, sin necesidad de desplazar el producto semiacabado 2 por mecanizar. Con la ayuda de un movimiento de avance del segundo carro 4 en la segunda dirección de movimiento y, nuevamente se puede mecanizar todo el ancho del producto semiacabado 2 transversalmente a la dirección de transporte R. La figura 2i muestra solamente el mecanizado de la cara posterior del producto semiacabado 2. El cambio de la posición de

rectificado según la figura 2h a la posición de la figura 2i, se puede realizar mediante la rotación del cabezal rectificador 9 en sentido horario en relación con la figura 2h, con un ajuste de la altura del primer carro 6 en el primer eje de movimiento z, sin necesidad de desplazar el producto semiacabado 2 por mecanizar. Con la ayuda de un movimiento de avance del segundo carro 4 en la segunda dirección de movimiento y, nuevamente se puede mecanizar todo el ancho del producto semiacabado 2 transversalmente a la dirección de transporte R.

Después de mecanizar el extremo posterior del producto semiacabado 2, el cabezal rectificador 8 se puede apartar del producto semiacabado 2 mediante un movimiento del cabezal rectificador 8 y/o de ambos carros 4, 6, de manera que el producto semiacabado 2 se pueda continuar desplazando en la dirección de transporte R. El procedimiento se puede repetir a continuación en un producto semiacabado consecutivo 2.

Mediante las figuras 3 a 7 se explica en detalle el accionamiento de husillo portamuela para la muela rectificadora 8 y el mecanismo pivotante para el cabezal rectificador 9. El accionamiento de husillo portamuela comprende un motor de accionamiento de rectificado 7 dispuesto en el primer carro 6, el cual mediante una correa trapezoidal 11 se encuentra conectado con un eje intermedio 12 que se extiende de manera concéntrica con respecto al eje pivotante  $S_2$ . Para la correa trapezoidal 11 se prevé una cubierta 18 que se puede realizar como una cubierta protectora enfriada con agua, dado que, durante el mecanizado de planchones calientes, dicha zona es afectada por la radiación de calor del producto semiacabado 2, también en la posición de espera. El eje intermedio 12 se extiende desde el primer carro 6 hasta el cabezal rectificador 9 y se encuentra conectado con el husillo portamuela 14 de la muela rectificadora 8 mediante una correa dentada 13 (véase también la figura 7). El motor de accionamiento de rectificado 7 puede estar diseñado, por ejemplo, como un motor asíncrono, y se encuentra fijado preferentemente sobre un soporte elástico del motor 15 en el interior del primer carro 6, con el cual se genera la tensión necesaria de la correa trapezoidal 11. Por el contrario, mediante el uso de una correa dentada 13 entre el eje intermedio 12 y el husillo portamuela 14, se puede prescindir de un reajuste de la tensión de la correa. Mediante ambos accionamientos de correa se puede lograr una multiplicación total donde, por ejemplo, se conmuta de una velocidad del motor máxima de  $3.000 \text{ min}^{-1}$  a una velocidad máxima de la muela rectificadora de  $6.500 \text{ min}^{-1}$ . La activación del motor asíncrono se realiza a través de un convertidor de frecuencia. De esta manera, la velocidad se puede adaptar al diámetro correspondiente de la muela rectificadora, para alcanzar una velocidad periférica constante de la muela rectificadora 8 de 60 a 80 m/s. Para determinar el valor teórico de la velocidad del motor, la muela rectificadora 8 se mide con un sistema de barreras de luz en distancias regulares.

La muela rectificadora 8 está diseñada como una muela rectificadora de alta presión, y se sujeta sobre la brida interior 16 del cabezal rectificador 9 que, por otra parte, se encuentra fijada en el husillo portamuela 14 mediante una conexión cónica (véase la figura 7). La fuerza tensora necesaria se aplica mediante una brida exterior 17 que se encuentra fijada en la brida interior 16 mediante tornillos con hexágono interior. En el caso de las aplicaciones en caliente, el cabezal rectificador 9 es protegido de la radiación de calor del producto semiacabado 2 mediante chapas de protección contra la radiación y un material aislante correspondiente.

El cabezal rectificador 9 presenta una corona dentada 19 en su lado orientado hacia el primer carro 6, y se encuentra alojado sobre rodamientos en la parte inferior del primer carro 6 de manera que pueda rotar. En el interior del primer carro 6 se encuentra dispuesto un engranaje planetario 22 que está conectado con la corona dentada 19 dispuesta en el cabezal rectificador 9, mediante un piñón 20 dispuesto en el primer carro 6, y es accionado por un accionamiento giratorio 21 diseñado como un motor síncrono. De esta manera, el movimiento giratorio del cabezal rectificador 9 se genera partiendo del accionamiento giratorio 21, y el engranaje planetario 22 mediante la transmisión a través del piñón 20 y de la corona dentada 19. El mecanismo de engranajes se desmultiplica de manera que, por ejemplo, ante una velocidad nominal del accionamiento giratorio 21 de  $3.000 \text{ min}^{-1}$ , se ajuste una velocidad de giro máxima del cabezal rectificador 9 inferior a  $20 \text{ min}^{-1}$ . Para poder medir de manera permanente la posición del cabezal rectificador 9, un encoder absoluto se encuentra dispuesto directamente en el accionamiento giratorio 21.

Además del posicionamiento giratorio del cabezal rectificador 9, el mecanismo pivotante también cumple la función esencial de generar la fuerza de presión necesaria entre la muela rectificadora 8 y el producto semiacabado 2. Para obtener el aspecto de rectificado deseado también en el borde o la superficie a rectificar en el caso de contornos irregulares, se debe garantizar una regulación rápida del mecanismo pivotante, como se explica más detalladamente a continuación.

Para ello, en primer lugar, el producto semiacabado 2 se debe desplazar en la dirección de transporte R de manera que se posicione con su cara frontal o su cara posterior dentro de la zona de mecanizado del cabezal rectificador 9. Para este posicionamiento se prevé una unidad de detección y posicionamiento para el producto semiacabado por mecanizar 2, que comprende sensores ópticos para determinar la posición del producto semiacabado 2 en la dirección de transporte R, sensores ópticos de distancia para determinar el grosor del producto semiacabado 2, así como sensores ópticos de distancia para determinar el ancho del producto semiacabado 2 transversalmente con respecto a la dirección de transporte R. Como sensor óptico para determinar la posición del producto semiacabado 2 en la dirección de transporte R, se recomienda, por ejemplo, una barrera fotoeléctrica con dos dispositivos con una distancia entre rayos de 20 mm. Para proteger la barrera fotoeléctrica de las crudas condiciones ambientales, estas deben ser montadas preferentemente en una carcasa protectora ventilada con aire. La ventaja de dicho sistema de

medición sin contacto consiste en que la vía de rodillos se puede regular para su detención de manera controlada con los elevados pesos del planchón y, simultáneamente, se puede supervisar la posición del planchón en la dirección de transporte R antes y durante el procedimiento de rectificado. Para detectar el grosor del planchón, se recomienda un sensor de distancia láser que se fija en el soporte 3 por encima del dispositivo de protección térmica 5, donde el dispositivo de protección térmica 5 está diseñado de manera transparente, por supuesto desde el punto de vista óptico, en la trayectoria de la señal del sensor de distancia láser. El valor para el grosor del planchón solo se determina inmediatamente antes del rectificado de la cara frontal, y se guarda temporalmente para el siguiente ciclo de rectificado de la cara posterior. Además, se prevén sensores ópticos de distancia para determinar el grosor del producto semiacabado 2, transversalmente con respecto a la dirección de transporte R, para determinar en qué lugar del segundo eje de movimiento y debe comenzar o finalizar el rectificado la muela rectificadora 8.

Los valores de medición de dicha unidad de detección y posicionamiento se transfieren a continuación a una unidad de control o de regulación que, en base a estos datos, regula el movimiento de ambos carros 4, 6 y del cabezal rectificador 9 y, de esta manera, el procedimiento de rectificado. Además, se prevé un ciclo de rectificado que indica qué bordes y/o superficies del producto semiacabado 2 se deben mecanizar y en qué orden. A partir de la posición y del grosor del producto semiacabado 2, la unidad de control o de regulación calcula las posiciones de rectificado necesarias para el ciclo de rectificado deseado, y el primer carro 6 y el segundo carro 4 se desplazan a las posiciones de rectificado requeridas, con la ayuda de los movimientos de avance correspondientes. Simultáneamente, la unidad de control o de regulación transfiere al accionamiento giratorio 21 de la unidad pivotante, el ángulo de giro  $\alpha_{teórico}$  que adoptará el cabezal rectificador 9, su velocidad de giro  $v_{teórica}$  y el par de fuerzas límite  $M_{régimen}$  del cabezal rectificador 9 que, por otra parte, depende del ángulo de giro  $\alpha_{teórico}$  debido al desplazamiento del centro de gravedad. La corriente en los servomotores síncronos es proporcional al par de fuerzas, con lo cual la magnitud de corriente límite para el régimen de rectificado  $I_{qRégimen}$  se puede calcular mediante una multiplicación del par de fuerzas límite  $M_{régimen}$  y un factor de proporcionalidad  $K_{MI}$ . Para generar una presión de rectificado constante, el accionamiento giratorio 21 se opera en el modo de operación con regulación del par o bien, de la corriente. El ángulo de giro  $\alpha_{teórico}$  que será adoptado se selecciona a través de la unidad de control o de regulación, de manera que dicho valor teórico nunca pueda ser alcanzado por el cabezal rectificador 9. El accionamiento giratorio 21 se puede prever, por ejemplo, de manera que la muela rectificadora 8 pueda rectificar, por ejemplo, 30 mm por debajo de la superficie del producto semiacabado. Dado que de esta manera el cabezal rectificador 9 no puede alcanzar la posición teórica predeterminada para el ángulo de giro  $\alpha_{teórico}$ , el cabezal rectificador 9 o bien, la muela rectificadora 8 serán presionados contra el producto semiacabado 2 con el par de fuerzas límite  $M_{régimen}$ , con lo cual se genera la fuerza de presión de la muela rectificadora. Simultáneamente, se mide de manera permanente el consumo de corriente  $I_{qEnergía}$  del accionamiento giratorio 21 y se retorna a la unidad de control o regulación. Si el cabezal rectificador 9, por ejemplo, alcanza una depresión en el producto semiacabado 2, el consumo de corriente  $I_{qEnergía}$  disminuye. En este caso, el cabezal rectificador 9 se reajusta de manera activa al producto semiacabado 2, hasta que el cabezal rectificador 9 sea operado nuevamente con el par de fuerzas límite  $M_{régimen}$ . Sin embargo, durante el reajuste, la fuerza de presión no se mantiene constante, dado que una fracción del par de fuerzas del motor se debe utilizar para la aceleración del mecanismo (accionamiento giratorio 21, engranaje planetario 22 y cabezal rectificador 9). Si el cabezal rectificador 9 se desplaza por encima de una protuberancia en el producto semiacabado 2, el cabezal rectificador 9 retrocede al exceder un valor límite de la corriente  $I_{qMáx}$ , sin embargo, no se regula nuevamente de manera activa. Para evitar daños en el accionamiento giratorio 21 o en el engranaje planetario 22, se pueden prever además funciones de seguridad adicionales que impidan la superación de los valores del par y de la velocidad admisibles, en tanto que cuando se alcanzan valores críticos, el cabezal rectificador 9 retroceda girando hacia una posición segura, con una corriente máxima  $I_{qMáx}$  que genera el par de fuerzas y con una velocidad máxima  $n_{máx}$ . En el caso de un procedimiento de rectificado con una fuerza de presión de la muela rectificadora de 4.000 N, el cabezal rectificador 9 se puede acelerar a la velocidad de régimen en menos de una décima de segundo, con lo cual se logra un rectificado de contornos irregulares con una fuerza de presión relativamente constante de la muela rectificadora 8.

Mediante este concepto de regulación y la posibilidad de girar el cabezal rectificador 9 360° en ambas direcciones de rotación, de manera continua e ilimitada, todas las aplicaciones que se muestran en la figura 2 se pueden realizar de una manera simple.

**Lista de referencias**

- 1 Rodillos
- 2 Producto semiacabado
- 3 Soporte
- 4 Segundo carro
- 5 Dispositivo de protección térmica
- 6 Primer carro
- 7 Motor de accionamiento de rectificado
- 8 Muela rectificadora
- 9 Cabezal rectificador
- 10 Recipiente colector de virutas
- 11 Correa trapezoidal

## ES 2 755 837 T3

	12	Eje intermedio
	13	Correa dentada
	14	Husillo portamuela
	15	Soporte elástico del motor
5	16	Brida interior
	17	Brida exterior
	18	Cubierta
	19	Corona dentada
	20	Piñón
10	21	Accionamiento giratorio
	x	Eje horizontal
	y	Segundo eje de movimiento
	z	Primer eje de movimiento
	R	Dirección de transporte
15	S <sub>1</sub>	Eje de la muela rectificadora
	S <sub>2</sub>	Eje pivotante
	22	Engranaje planetario

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para el mecanizado de bordes y superficies de un producto semiacabado (2) dispuesto de manera que se puede desplazar en una dirección de transporte (R) con la ayuda de una vía de rodillos conformada por rodillos (1), en particular para desbarbar y rebabar lingotes en bruto, tochos, planchones y similares, donde se prevé un primer carro (6) dispuesto en un soporte inmóvil (3) de manera que se puede desplazar en un primer eje de movimiento vertical (z), y en el primer carro (6) está dispuesto un cabezal rectificador (9) con una muela rectificadora (8) que puede girar alrededor de un eje de muela rectificadora ( $S_1$ ), donde el cabezal rectificador (9) está alojado de manera que puede rotar mediante un mecanismo pivotante  $360^\circ$  alrededor de un eje pivotante ( $S_2$ ), el cual está orientado de manera perpendicular al primer eje de movimiento (z), y el eje de muela rectificadora ( $S_1$ ) está distanciado del eje pivotante ( $S_2$ ) y orientado de manera paralela al eje pivotante ( $S_2$ ), caracterizado porque el soporte (3) está realizado como una pieza inmóvil de un bastidor tipo pórtico, el cual se extiende de manera perpendicular a la dirección de transporte (R), y se extiende de manera horizontal por encima de la vía de rodillos, donde el primer carro (6) se puede desplazar desde una posición de espera superior hacia una posición de trabajo inferior y, en la posición de trabajo inferior, el eje pivotante ( $S_2$ ) está por debajo del soporte (3).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque el primer carro (6) está dispuesto en un segundo carro (4) que está alojado en el soporte inmóvil (3) de manera que se pueda desplazar en un segundo eje de movimiento (y) ortogonal a la primera dirección de movimiento (z), donde el eje pivotante ( $S_2$ ) y el eje de muela rectificadora ( $S_1$ ) están n orientados de manera paralela a un plano definido por el primer y el segundo eje de movimiento (y,z).
3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque el mecanismo pivotante comprende un mecanismo de engranajes que presenta una corona dentada (19) dispuesta en el cabezal rectificador (9) de manera concéntrica con respecto al eje pivotante ( $S_2$ ), y un piñón (20) engranado con la corona dentada (19) y dispuesto en el primer carro (6), que es accionado por un accionamiento giratorio (21) dispuesto en el primer carro (6).
4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque para la muela rectificadora (8) se prevé un accionamiento de husillo portamuela que comprende un motor de accionamiento de rectificado (7) dispuesto en el primer carro (6), el cual mediante una correa trapezoidal (11) está conectado con un eje intermedio (12) que se extiende de manera concéntrica con respecto al eje pivotante ( $S_2$ ), que se extiende desde el primer carro (6) hasta el cabezal rectificador (9) y que está conectado con el husillo portamuela (14) de la muela rectificadora (8) mediante una correa dentada (13).
5. Dispositivo según la reivindicación 4, caracterizado porque el motor de accionamiento de rectificado (7) está alojado sobre un soporte elástico del motor (15).
6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se prevé una unidad de detección y posicionamiento para el producto semiacabado por mecanizar (2), que comprende sensores ópticos para determinar la posición del producto semiacabado (2) en la dirección de transporte (R), sensores ópticos de distancia para determinar el grosor del producto semiacabado (2), así como sensores ópticos de distancia para determinar el ancho del producto semiacabado (2) transversalmente con respecto a la dirección de transporte (R).



Fig. 3

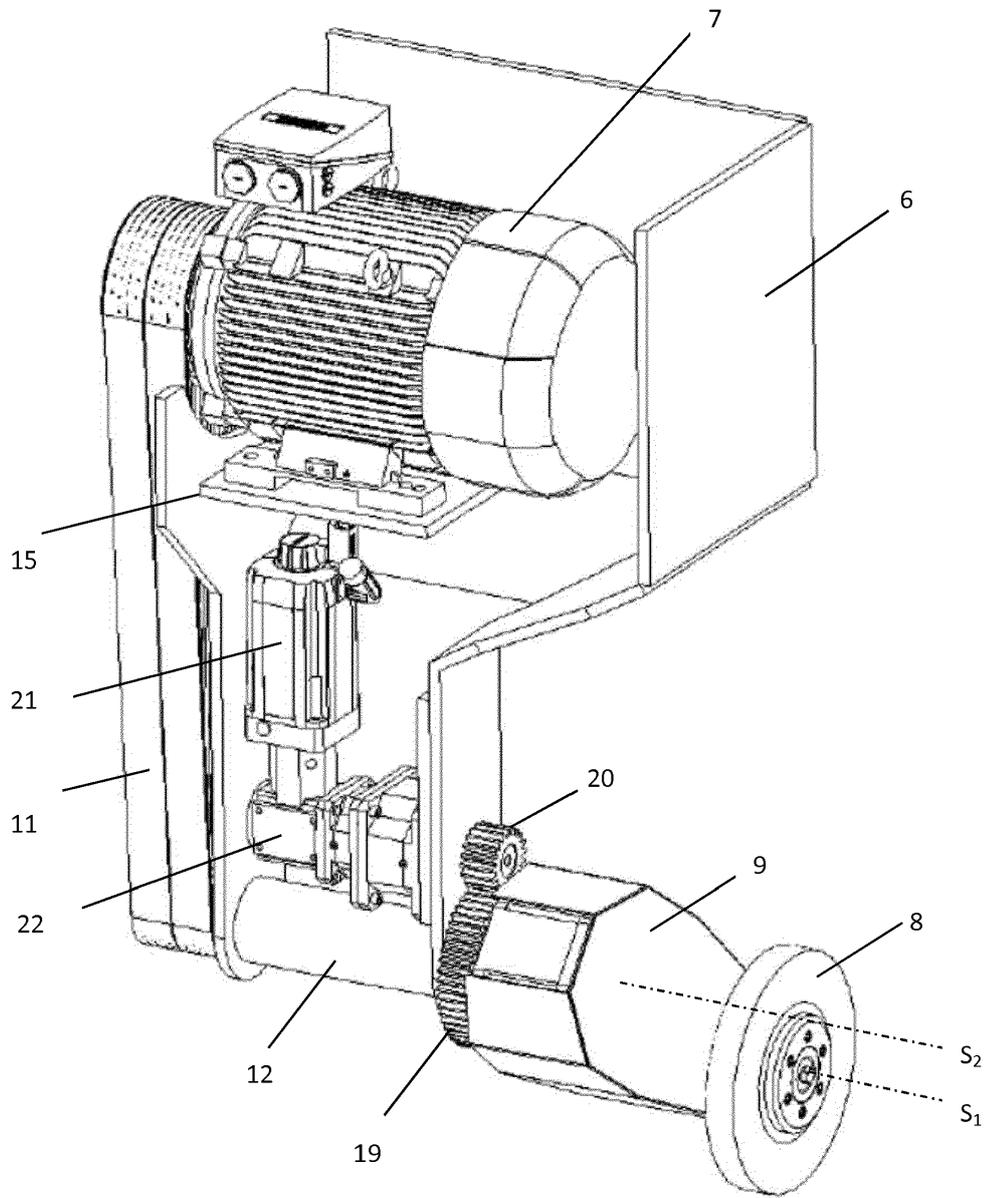


Fig. 4

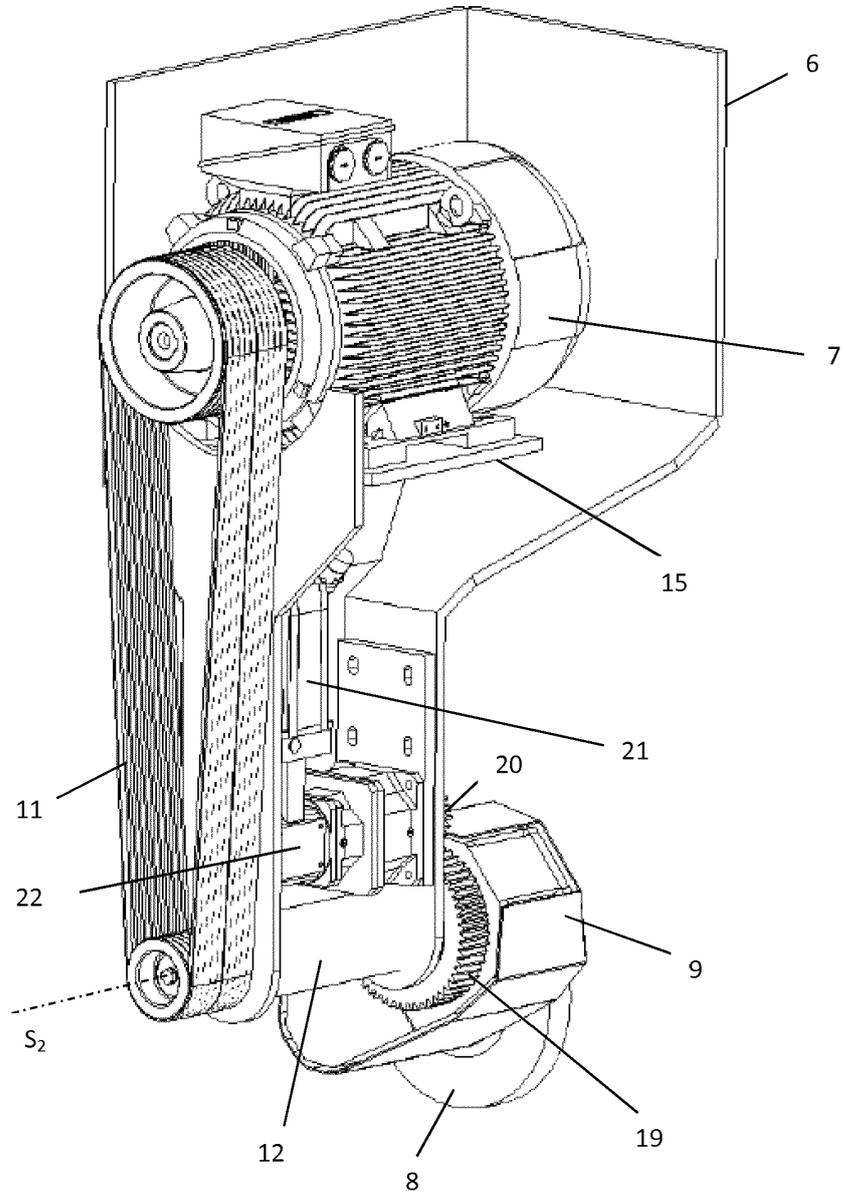


Fig. 5

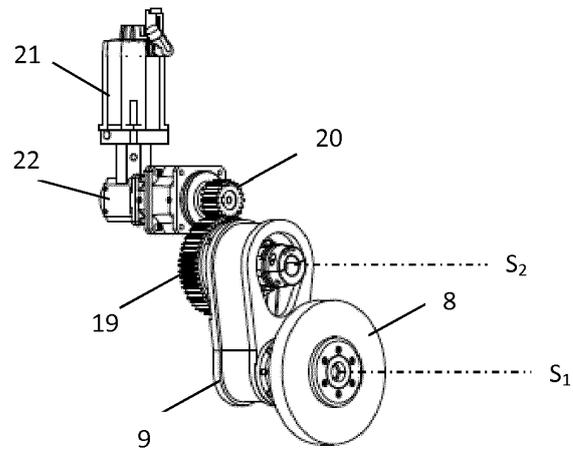


Fig. 6

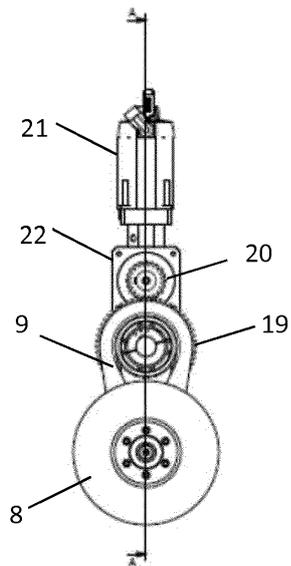


Fig. 7

