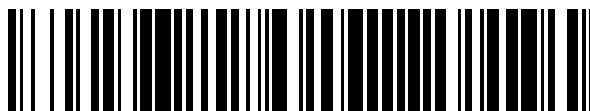


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 792 127**

51 Int. Cl.:

B24B 19/14 (2006.01)

B24B 19/26 (2006.01)

B24B 27/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.10.2013 PCT/EP2013/071213**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.04.2014 WO14057061**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.10.2013 E 13777014 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2020 EP 2906390**

54 Título: **Procedimiento para el mecanizado de superficies automatizado de un componente perfilado de gran tamaño, de una instalación de energía eólica, dispositivo de mecanizado y sistema de mecanizado**

30 Prioridad:

12.10.2012 DE 102012019989
06.06.2013 DE 102013210582

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.11.2020

73 Titular/es:

WOBEN PROPERTIES GMBH (100.0%)
Borsigstrasse 26
26607 Aurich, DE

72 Inventor/es:

HEILIG, TOBIAS;
JANSSEN, INGO y
WOLF, ERNST-JÜRGEN

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 792 127 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 el mecanizado de superficies automatizado de un componente perfilado de gran tamaño, de una instalación de energía eólica, dispositivo de mecanizado y sistema de mecanizado

5 La invención se refiere a un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 1 para el mecanizado de superficies automatizado, en particular lijado, de un componente de perfil en forma de un componente perfilado de gran tamaño, en particular de una pala de rotor, de una instalación de energía de eólica, así como un dispositivo de mecanizado y un sistema de mecanizado con el dispositivo de mecanizado.

10 Básicamente se conoce un dispositivo y un procedimiento para el mecanizado de superficies automatizado a partir del documento WO 2008/077844 A1, donde las desventajas del procedimiento dado a conocer en el documento WO 2008/077844 A1 son:

15 - el pórtico de lijado se desplaza sobre carriles y, por consiguiente, no se puede transportar a otras estaciones de producción;

- dado que los cabezales de lijado solo se pueden desplazar en la dirección horizontal no se puede lijar todo el contorno de perfil;

20 - al aumentar la pala de rotor en sección transversal o también la longitud se debe adaptar todo el pórtico.

A saber, en un componente perfilado de gran tamaño de una instalación de energía eólica -como por ejemplo en una pala de rotor, pero también eventualmente en otro componente de gran tamaño de la instalación de energía eólica, como un revestimiento de carenado, un buje, un revestimiento de góndola o un segmento de torre o similares- también es problemático el perfilado del componente de gran tamaño complejo con frecuencia y variable según el tipo de instalación. El perfil de una pala de rotor, por ejemplo, resulta ser complejo y puede estar sujeto a modificaciones de manera específica a la instalación, que podrían conducir a que estas no se puedan mecanizar en un dispositivo de mecanizado proporcionalmente inflexible del tipo mencionado al inicio.

30 El documento US 2002/072297 A1 describe un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 1 para el mecanizado de superficies de un componente de perfil con un dispositivo de mecanizado que presenta un pórtico de movimiento, un sistema robótico con un sistema de control y un útil de mecanizado.

35 El documento DE 4342498 A1 muestra una lijadora con banda de lijado y tensores para la sujeción giratoria de un componente perfilado de gran tamaño.

Por el documento WO 95 09714 A1 se conoce un dispositivo de lijado, que durante y entre el mecanizado de una superficie de una pieza de trabajo examina el desgaste de un útil de mecanizado.

40 El objeto de la invención es especificar un procedimiento y un dispositivo que esté mejorado con vistas al estado de la técnica, que al menos direcciona uno de los problemas arriba descritos. Al menos se debe proponer una solución alternativa a una solución conocida en el estado de la técnica. En particular, el objeto de la invención es poner a disposición un mecanizado y/o dispositivo de mecanizado y procedimiento, que posibilite una mayor flexibilidad en el tratamiento y/o mecanizado de componentes perfilados de gran tamaño de una instalación de energía eólica, además, en particular el objeto de la invención es diseñar el dispositivo y el procedimiento para un tratamiento y/o mecanizado lo más eficientemente posible y preferentemente por tanto exacto del componente de gran tamaño. Además, en particular el objeto de la invención es especificar un procedimiento y un dispositivo por medio del que se pueda efectuar un mecanizado de superficies automatizado del componente de gran tamaño de forma proporcionalmente uniforme

50 y/o exacta en posición con un útil de mecanizado.

El objeto en cuestión del procedimiento se consigue mediante la invención con un procedimiento de la reivindicación 1.

55 El objeto con vistas al dispositivo se consigue mediante la invención con el dispositivo de mecanizado de la reivindicación 12.

Para remediar las desventajas mencionadas al inicio, el concepto de la invención prevé que un robot de lijado se monte sobre un carro de desplazamiento y así se pueda conducir hasta cada posición de la pala de rotor.

60 La invención ha reconocido que al utilizar un carro de desplazamiento móvil libremente es posible un guiado eficiente y exacto del útil de mecanizado. Según la invención, por medio del sistema de control se realiza un movimiento de

avance del pórtico de movimiento y un movimiento de aproximación del útil de mecanizado por medio de la unidad robótica de aproximación según la especificación de un modelo de la superficie de perfil del componente de perfil.

5 Bajo una superficie se debe entender básicamente cada superficie plana o la mayoría de las veces curvada tridimensionalmente, en particular abombada de forma compleja, según una superficie de perfil, en particular superficie, del componente de gran tamaño, en particular, se debe entender una superficie abombada como la superficie de una pala de rotor. En este sentido, un paso de tratamiento plano puede comprender básicamente el mecanizado de una superficie o línea curvada a voluntad en el espacio.

10 Este y otros perfeccionamientos ventajosos de la invención se pueden deducir de las reivindicaciones dependientes y especifican en detalle posibilidades ventajosas de implementar el concepto de la invención en el marco de los perfeccionamientos y bajo especificación de otras ventajas.

15 Además, en particular ha resultado que -ante todo antes de un tratamiento plano del componente de gran tamaño- se debe garantizar que los pasos de mecanizado que se extienden sobre fracciones de superficie en cualquier caso no irrelevantes del componente de gran tamaño se realicen de la forma más uniforme posible. Aquí se ofrece una problemática, dado que por un lado el desplazamiento del pórtico de movimiento para garantizar una mayor flexibilidad está básicamente libre de limitación mecánica y, por otro lado, la aproximación y guiado del útil de mecanizado tiene repercusiones respecto a la calidad y visibilidad sobre los tratamientos y/o el mecanizado del componente perfilado
20 de gran tamaño; es decir, también se podría realizar de la forma más exacta y uniforme posible.

Según la invención se puede examinar un desgaste del útil de mecanizado entre un primer y un segundo paso de mecanizado.

25 Un tratamiento y/o mecanizado puede comprender, por ejemplo, un mecanizado de superficies, como lijado, acabado, barnizado o similares. Un tratamiento y/o mecanizado de este componente de gran tamaño, por ejemplo, en el marco de un procedimiento de fabricación básico, también puede ir al fondo del mismo, es decir, bajo la superficie. Esto puede comprender, por ejemplo, un mecanizado que construye un componente de gran tamaño, como intercalado de capas de laminado o superestructuras por capas planas similares del componente de gran tamaño (laminado).

30 Preferentemente, el guiado del útil de mecanizado se debería realizar de forma uniforme y/o exacta en posición sobre una gran parte de la superficie del componente de gran tamaño. Preferentemente, para un posicionamiento exacto se puede calibrar el sistema robótico antes del inicio del paso de tratamiento en una posición fija con respecto a su posición, en particular compararse una posición real del útil de mecanizado en referencia al componente de gran
35 tamaño con una posición virtual del útil de mecanizado en referencia al modelo. Además, se ha reconocido un perfeccionamiento que en cuanto un útil de mecanizado -entre un primer y segundo paso de mecanizado fijable a voluntad (p. ej. de forma temporal, local o sistémica al mecanizado o similares)- está sometido a un deterioro o desgaste o similares en el curso de un tratamiento de gran superficie de duración más prolongada, esto tiene influencia directa en la calidad del tratamiento. Por ejemplo, se muestra que en un procedimiento de lijado el desgaste del útil de
40 lijado (como un rodillo de lijado o un útil de placa de lijado) tiene influencia directa en la calidad del mecanizado a través de la velocidad periférica variable en la superficie de lijado del útil de lijado (en el caso de masa de útil abrasiva).

El perfeccionamiento prevé que se implemente un número de pasos de tratamiento planos en el componente de gran tamaño y se examine un desgaste del útil de mecanizado entre un primer y un segundo paso de mecanizado.

45 A continuación, bajo mecanizado se entiende en principio cualquier tratamiento de un componente con remoción de material, como también cualquier mecanizado con aplicación de material, así como también una medida de tratamiento como tal que no cambia esencialmente, sino que eventualmente solo modifica una existencia de material del componente de perfil. Además, bajo mecanizado se puede entender cualquier tipo de mecanizado con arranque o sin
50 arranque de virutas.

La elección de un momento de un examen respecto al desgaste del útil de mecanizado entre un primer y un segundo paso de tratamiento se puede fijar de diferente manera. Por ejemplo, puede estar previsto que, en el marco de ciclos fijos, es decir, por ejemplo, después de cada paso de mecanizado fijado de forma sistemática al mecanizado (p. ej.
55 finalización de una dirección de avance en un punto de inversión) se realice un examen del útil de mecanizado, antes de que se lleve a cabo el siguiente paso de mecanizado. En el caso de un procedimiento de lijado se puede lijar, por ejemplo, una pala de rotor a lo largo de su eje longitudinal, donde además se definiría un paso de mecanizado entre dos puntos de inversión del cabezal de trabajo, que se pueden situar, por ejemplo, en una raíz de pala y una punta de pala, pero también puntos finales del recorrido cualesquiera más cortos pueden limitar un paso de mecanizado entre
60 dos puntos de inversión. Cada procedimiento de lijado realizado longitudinalmente en la pala de rotor conduciría entonces a una calidad constante de la superficie en el marco del procedimiento de lijado.

En el marco de una variante, el momento de un examen también se puede predeterminar de forma fija, por ejemplo, según valores experimentales de un recorrido de lijado o de un tiempo de funcionamiento del útil de mecanizado, que son adecuados para un examen. Esto podría conducir en el caso de recorrido de lijado aplicado demasiado grande o tiempo de funcionamiento aplicado demasiado grande -y, por lo tanto, una modificación comparativamente determinante del útil respecto al desgaste- a una calidad decreciente del tratamiento. No obstante, esto se podría evitar mediante una adaptación de los ciclos. Básicamente se puede configurar un procedimiento semejante como con capacidad de aprendizaje, de modo que en el curso de la realización del procedimiento se pueden elaborar campos de identificación, que son característicos para un útil de tratamiento determinado y un componente de gran tamaño determinado, como por ejemplo una pala de rotor. No obstante, es especialmente ventajoso que, como se propone por la invención, se examine un desgaste del útil de mecanizado entre un primer y un segundo paso de mecanizado.

Preferentemente se examina el desgaste, que presenta las etapas:

- 15 - aproximación del útil de mecanizado a un cuerpo de referencia, después del primer y antes del segundo paso de mecanizado,
- medición de una presión entre el útil de mecanizado y cuerpo de referencia y/o
- 20 - medición de una distancia entre el útil de mecanizado y el cuerpo de referencia y/o
- medición de otro parámetro de referencia entre el útil de mecanizado y el cuerpo de referencia.

Ventajosamente se puede determinar un parámetro de referencia entre el útil de mecanizado y un cuerpo de referencia después del primer y antes del segundo paso de mecanizado. Si después de la comparación de un parámetro de desgaste determinado según el parámetro de referencia con un valor umbral de desgaste se sobrepasase el último, se puede realizar un cambio del útil de mecanizado o un seguimiento del útil de mecanizado en el cabezal de trabajo, en particular realizarse de tal manera que en el segundo paso de mecanizado los valores de tratamiento del parámetro de referencia sean los mismos que en el primer paso de mecanizado. Así, para todos los pasos de tratamiento en el tratamiento plano del componente de gran tamaño se garantiza una calidad uniforme de la superficie del perfil.

Además, en particular se puede examinar el desgaste, que presenta las etapas:

- determinación de una presión de desgaste y/o una distancia de desgaste u otro parámetro de desgaste;
- 35 - comparación de la presión de desgaste con un valor umbral de presión y/o de la distancia de desgaste con un valor umbral de distancia y/o de otro parámetro de desgaste con un valor umbral de desgaste.

Además, ha resultado ser ventajoso un cambio y/o limpieza del útil de mecanizado al sobrepasar el valor umbral de presión y/o el valor umbral de distancia, en particular en y/o antes del segundo paso de mecanizado.

Preferentemente también se puede realizar un seguimiento de un parámetro del control del útil de mecanizado mediante la presión de desgaste y/o la distancia de desgaste y/o el valor umbral de desgaste en el segundo paso de mecanizado.

45 Según la invención, según un modelo virtual de la superficie de perfil del componente de perfil se deposita un contorno de la superficie de perfil en el sistema de control, a lo largo del que se guía el útil de mecanizado. Ventajosamente, en el marco de un perfeccionamiento ha resultado ser ventajoso el depósito de un contorno y/o superficie de perfil en el sistema de control según la especificación de un modelo virtual de la superficie de perfil del componente de perfil. Esto mantiene bajo, por un lado, un tiempo de cálculo costoso para el movimiento de avance. Por otro lado, este se puede invertir en una regulación por ejemplo adaptativa del movimiento de aproximación, que es de nuevo decisivo para la calidad de mecanizado verdadera. En particular, esto conduce a un sistema de control proporcionalmente efectivo respecto al tiempo de cálculo.

Preferentemente se compara un identificador de un modelo virtual de la superficie de perfil del componente de perfil y/o un contorno determinado por él en el sistema de control con una característica de identificación, colocada en particular en el componente de perfil, no obstante, también prevista básicamente en otro sitio accesible en el puesto de trabajo o el sistema robótico. La característica de identificación también puede comprender la función de la posición fija arriba mencionada para la calibración de posición del sistema robótico y puede estar colocada, pero no debe, en el componente de gran tamaño. En particular, el tratamiento plano del componente de gran tamaño se puede realizar con el útil de mecanizado solo cuando el identificador se puede asociar de forma positiva a la característica de identificación. Una asociación positiva garantiza preferentemente que el contorno y/o el modelo virtual de la superficie de perfil del componente de perfil en el

sistema de control se adapte al componente de perfil. Para ello puede estar previsto un sensor de reconocimiento en el dispositivo de mecanizado, en particular el cabezal de trabajo, para leer la característica de identificación. La característica de identificación puede estar formada preferentemente como código de barras, código de superficie o característica de identificación sencilla similar. También se puede usar un intercambio de datos complejos en el marco de un procedimiento de autenticación como procedimiento de comparación. En particular, también se puede cargar un modelo virtual, cargado total o parcialmente en la característica de identificación, de la superficie de perfil del componente de perfil y/o contorno de la superficie de perfil (p. ej. un encabezado del mismo) en el marco de la comparación primeramente en el sistema de control del dispositivo de mecanizado o intercambiarse total o parcialmente y usarse para la asociación positiva.

De forma especialmente preferida se reconocen los obstáculos inapropiados, en particular obstáculos de personas, por el dispositivo de mecanizado. Esto garantiza que un movimiento de avance del carro de desplazamiento previsto básicamente libre de limitación mecánica a lo largo de una superficie de perfil del componente de perfil y/o un movimiento de trabajo de la unidad robótica de aproximación no produce un deterioro indeseado contra obstáculos o personas. En particular, puede estar configurada una unidad sensora de reconocimiento, para reconocer obstáculos, en particular obstáculos de personas, en una zona de movimiento directa del pórtico de movimiento y/o del sistema robótico.

Según la invención, un contorno a lo largo del que se guía el útil de mecanizado comprende una rejilla de puntos, en particular con puntos dispuestos en el lado longitudinal de la superficie de perfil -que se pueden asociar a una trayectoria de un paso de mecanizado- y puntos opuestos -en particular puntos de inversión para el cabezal de trabajo- que son relevantes para una limitación del paso de mecanizado del útil de mecanizado.

De forma especialmente preferida, el componente de gran tamaño, en particular una pala de rotor, está sujeto en un dispositivo de giro de un pórtico de sujeción conectado por control con el dispositivo de mecanizado, donde un contorno a lo largo del que se guía el útil de mecanizado comprende una rejilla de puntos con los puntos de giro asociados periféricamente a la superficie de perfil -en particular puntos de inversión para el cabezal de trabajo- sobre los que se coloca el útil de mecanizado después de un giro del componente de gran tamaño y antes de un paso de mecanizado.

De forma especialmente preferida se realiza un movimiento de avance del pórtico de movimiento y un movimiento de aproximación del útil de mecanizado bajo corrección de la ejecución por medio de un algoritmo de aprendizaje.

De forma especialmente preferida, el útil de mecanizado es un útil de lijado. Una limpieza del útil de mecanizado se puede realizar bajo soplado por aire comprimido.

En particular, un parámetro de control del útil de mecanizado es una velocidad periférica del mismo, donde se realiza un seguimiento de la velocidad periférica, de manera que esta es esencialmente igual en el primer y el segundo paso de mecanizado.

Preferentemente, durante un paso de mecanizado se puede regular, en particular regular de forma constante, una distancia y/o una presión y/u otro parámetro de control del útil de mecanizado, en particular respecto al componente perfilado de gran tamaño.

Otras particularidades y ventajas de la invención se dan a conocer en los ejemplos de realización según el dibujo. A continuación, se describen ejemplos de realización de la invención mediante los dibujos. Esto no debe representar necesariamente a escala los ejemplos de realización, mejor dicho, el dibujo, donde es útil para la explicación, está realizado de forma esquematizada y/o ligeramente distorsionada. Con vistas a compleciones de las enseñanzas reconocibles directamente del dibujo se remite a un estado de la técnica especializado. En este caso se debe tener en cuenta que se pueden efectuar numerosas modificaciones y cambios respecto a la forma y el detalle de una forma de realización, sin desviarse de la idea general de la invención. Las características de la invención dadas a conocer en la descripción, en el dibujo y en las reivindicaciones pueden ser esenciales tanto individualmente como en cualquier combinación para el perfeccionamiento de la invención. Además, todas las combinaciones de al menos dos de las características dadas a conocer en la descripción, el dibujo y/o las reivindicaciones caen dentro del alcance de la invención. La idea general de la invención no está limitada a la forma o el detalle exacto de la forma de realización preferida mostrada y descrita a continuación, o está limitada a un objeto que estaría limitado en comparación con el objeto reivindicado en las reivindicaciones. Para los rangos de dimensionado especificados, los valores situados dentro de los límites mencionados también deben darse a conocer como valores límite y se pueden utilizar y reivindicar a voluntad. Otras ventajas, características y detalles de la invención se deducen a partir de la siguiente descripción de los ejemplos de realización preferidos, así como en base a los dibujos. Estos se muestran a continuación:

Fig. 1: una realización preferida de un dispositivo de lijado en una vista en planta en perspectiva,

Fig. 2: una vista en perspectiva del cabezal de lijado del dispositivo de lijado de la fig. 1,

Fig. 3: una vista lateral del cabezal de lijado del dispositivo de lijado de la fig. 1, y

Fig. 4: una vista inferior del carro de desplazamiento del dispositivo de lijado de la fig. 1,

Fig. 5: un esquema de desarrollo para una realización preferida de un procedimiento de tratamiento en forma de un procedimiento de lijado para una pala de rotor de una instalación de energía eólica;

Fig. 6: una representación esquemática de un sistema de mecanizado a partir del dispositivo de mecanizado y dispositivo de giro de un pórtico de sujeción para una pala de rotor de una instalación de energía eólica para la representación de un procedimiento de lijado especialmente preferido y bajo representación esquemática de un concepto de control preferido para el procedimiento de tratamiento.

Fig. 7: un esquema (A) y un diagrama de desarrollo (B) para un procedimiento de examen preferido para la constatación de un desgaste del útil de mecanizado entre un primer y un segundo paso de mecanizado en el caso de que el útil de mecanizado esté formado como un útil de lijado.

El dispositivo representado en la fig. 1 para el lijado de las palas de rotor para instalaciones de energía eólica se compone de un robot de lijado 2, en cuyo brazo está colocado un cabezal de lijado 1. Tanto el robot de lijado 2 como también el recipiente de aspiración 3 está montado sobre un carro de desplazamiento 4. Todo el dispositivo está rebordeado con una cubierta protectora 6 por motivos técnicos de seguridad en el trabajo, para que durante el funcionamiento no entre un trabajador en el carro. El carro de desplazamiento 4 se puede conducir a través de un mando a distancia, que también puede estar diseñado como control remoto por radio, en cualquier dirección a voluntad. El cabezal de lijado está colocado de forma giratoria sobre el cabezal del robot de lijado 23.

Estructura básica:

Todo el sistema de mecanizado, en cuestión en forma de una instalación de lijado, comprende prácticamente tres componentes (i) el robot 2 inclusive la cabeza de lijado 1 que está colocado sobre un carro de desplazamiento 4, (ii) el carro de desplazamiento 4 con el control del robot 2 y la unidad de aspiración 21 para el polvo de la unidad de lijado y toda la electrónica de potencia, así como (iii) un dispositivo de giro de un pórtico de sujeción, aquí un apoyo de pala 7, para la pala de rotor.

Básicamente, en la instalación el robot 2 también puede estar guiado sobre carriles parcialmente; no obstante, preferentemente está configurado con circulación libre. El carro de desplazamiento 4 puede estar acoplado con un cable al armario de control o un armario de control. Este armario de control sirve preferentemente para guiar y supervisar conjuntamente el dispositivo de seguridad y detener el robot 2 o el carro de desplazamiento 4 correspondientemente en una situación de peligro.

Preferentemente, este armario de control se coloca directamente sobre el carro de desplazamiento 4. Sobre el carro de desplazamiento está colocada igualmente una unidad de compresor, que está configurada para el control de toda la mecánica para el robot 2.

La fig. 2 muestra el cabezal de lijado 1 en vista en perspectiva. El cabezal de lijado 1 está colocado de forma giratoria en el adaptador del árbol de robot 23. En el cabezal de lijado 1 está alojado el rodillo de lijado con el medio de lijado 20. El rodillo de lijado sobresale de la carcasa de rodillo de lijado 24. En la zona inferior de la carcasa de rodillo de lijado 24 está colocado el dispositivo de aspiración 21. El dispositivo de aspiración sirve para transportar el polvo originado durante el lijado al recipiente de aspiración 3. Para ello, el dispositivo de aspiración 21 está conectado con el recipiente de aspiración 3 por medio de un tubo flexible.

Respecto a la estructura del cabezal de trabajo realizado aquí como cabezal de lijado:

El útil de mecanizado realizado aquí como rodillo de lijado está colocado de forma móvil dentro del cabezal de lijado 1, de modo que se puede mover hacia delante o hacia atrás. El mismo rodillo se adelantará y atrasará a través de una válvula y brazo de palanca. La presión de apriete se debe mantener constante en este caso; esto se implementa en cuestión a través de una regulación adaptativa. La presión de apriete se puede regular a través de la mecánica y se ajusta correspondientemente con válvulas proporcionales. Es decir, cuando la presión de apriete se vuelve demasiado fuerte, es decir, el contorno se ha modificado de alguna forma, también aumenta la presión en la válvula proporcional y correspondientemente se retrasa el rodillo de lijado. Si, por ejemplo, se han desgastado más de un valor umbral de distancia de 5 cm de radio del rodillo de lijado, entonces se cambia el rodillo de lijado; para una distancia de desgaste

situada por debajo se podría reajustar el rodillo de lijado.

La fig. 3 muestra el cabezal de lijado 1 en vista lateral. El rodillo de lijado se acciona por medio de un motor 31 y una correa de accionamiento 33. La correa de accionamiento también puede estar realizada alternativamente como accionamiento de cadena. La carcasa del rodillo de lijado 24 se mueve por medio de un cilindro neumático 32. El cilindro neumático está conectado a través del accionamiento de pivotación del cabezal de lijado.

La fig. 4 muestra el carro de desplazamiento 4 en vista inferior. El carro de desplazamiento se acciona a través del accionamiento 40. El carro de desplazamiento se conduce a través de rodillos dirigibles 41. El accionamiento, así como el control se alimentan a través del acumulador de energía 42.

La fig. 5 muestra el desarrollo del procedimiento de lijado según una realización preferida:

En la posición inicial, en la etapa S1 se posiciona la pala de rotor en POS-P y en la etapa S2 se posiciona el robot de lijado en POS-R. El robot de lijado determina en la etapa S3 su posición relativa relPOS en cuestión mediante una exploración triple en la pala de rotor, es decir, su posición respecto a la pala de rotor.

Mediante esta posición determinada relPOS en la etapa S4 se ejecuta el programa de lijado; y a saber un primer y segundo programa de lijado PV, PA adaptados entre sí para el carro de desplazamiento 4 y un robot de aproximación, aquí el brazo de robot y el cabezal de robot. El contorno está depositado ya en la etapa S02 en el programa para el robot de lijado. Así en este caso no tiene lugar una exploración automática del perfil, sino que la posición para el acercamiento y para el lijado se han introducido en el programa según la especificación de un modelo en la etapa S01. La superficie de la pala de rotor se lija correspondientemente en forma de zigzag. Después de cada procedimiento de lijado dividido razonablemente según la técnica de trabajo, aquí designado como paso de mecanizado, se determina el desgaste del cabezal de lijado.

La fig. 6 muestra esquemáticamente una realización de una división de los pasos de mecanizado.

Los contornos CONTORNO o las coordenadas de los contornos CONTORNO están depositados en el programa del robot PA, PV. Los puntos individuales P_i de este contorno se derivan del modelo informático MODELO de la pala de rotor; preferentemente de forma automática, eventualmente, también de forma manual. Si se debe instruir una nueva pala de rotor, entonces se adapta correspondientemente el modelo informático y se construye sobre él el contorno. La adaptación automática del modelo informático MODELO y programa de robot CONTORNO del robot es posible en principio, pero según la complejidad también es posible manualmente con un procedimiento de diseño separado.

Posicionamiento del robot respecto a la pala de rotor:

La pala de rotor 5 está fijada en un dispositivo de giro de 110° 50 preferido de un pórtico de sujeción, para que se pueda acceder por cada lado. Básicamente puede estar previsto un dispositivo de guiado 50, que está configurado para girar la pala de rotor alrededor de su eje en un ángulo de giro hasta un valor determinado. El rango de ángulos de giro se puede seleccionar en principio a voluntad y de forma apropiada en referencia a un alcance del robot. El rango de ángulos de giro comprende ventajosamente el ángulo de giro al menos hasta y/o por encima de 90° , de forma especialmente preferida hasta 110° (según el dispositivo de giro de 110° preferido arriba mencionado), ventajosamente también hasta 180° . Según la distancia de mecanizado, para una posición determinada de la pala de rotor se puede seleccionar un ángulo de giro apropiado y a continuación variarse para otra posición. Durante el lijado, la pala de rotor 5 permanece constante en una posición. El robot de lijado 2, es decir, el carro de desplazamiento bajo apriete del cabezal de lijado 1, circula desde la raíz de pala 5.1 hasta la punta de pala 5.2 y lija un lado o un contorno de la pala de rotor. Para ello, son posibles los puntos de inversión Ug_1 , Ug_2 situados cerca de la raíz de pala 5.1 y punta de pala 5.2 para trayectorias más largas Tg , pero también los puntos de inversión Uk_1 , Uk_2 situados en medio para trayectorias más cortas Tk y son razonables según la geometría de un perfil. Si el robot ha llegado al final de un paso de mecanizado, es decir, de la pala de rotor en los puntos de inversión Ug_1 , Ug_2 o en medio en los puntos de inversión Uk_1 , Uk_2 situados en medio, este regresa y emite una señal de que la pala de rotor 5 se puede seguir girando en una posición determinada por el dispositivo de giro 50. Esta se cambia de sitio tanto manualmente, pero preferentemente automáticamente; para ello está incorporado correspondientemente un canal de comunicación 52 entre el robot 2 y el dispositivo de giro de 110° de un pórtico de sujeción. Si el robot 2 comparte que ha acabado el paso de procesamiento, la pala de rotor 5 se gira a otra posición y entonces circula correspondientemente de nuevo a lo largo de esta trayectoria Tg , Tk del contorno de forma automática.

Los sistemas de coordenadas:

La pala de rotor 5 tiene un sistema de coordenadas fijo, así como el robot 2 en POS-P o POS-R. Mediante una determinación de la posición relPOS de la pala de rotor 5 respecto al robot 2 se determina la diferencia de estos dos

sistemas de coordenadas. Después de que el robot 2 sabe por consiguiente en que posición relPOS está respecto a la pala de rotor 5, recorre los puntos de contorno individuales y lija por consiguiente la pala de rotor 5. Una orientación exacta de la pala de rotor 5 respecto al robot de lijado 2 es razonable en este sentido, donde el robot de lijado 2 es móvil y por consiguiente se orienta el robot de lijado 2 respecto a la pala de rotor 5. La distancia del robot de lijado 5 respecto a la pala de rotor puede variar, pero no debe variar; una adaptación próxima de una presión de apriete o la compensación de pequeños obstáculos se puede efectuar mediante la regulación adaptativa arriba mencionada y según el programa PA.

La fig. 7 muestra en (A) un esquema de un estado de examen para la determinación de un desgaste de una cabeza de mecanizado y en (B) un diagrama de flujo para la realización de un examen sobre un desgaste del útil de mecanizado entre un primer y un segundo paso de tratamiento. Para ello, el cabezal de trabajo se sitúa en la primera etapa P1 sobre una posición POS.

Para la determinación del desgaste del cabezal de lijado 1, el robot 2 conduce en la etapa P2 el cabezal de lijado 1 sobre un cuerpo de referencia 60, aquí una placa. El desgaste se determina mediante el sistema de medición integrado 70 en un cilindro de presión del robot 2, preferentemente en el cabezal de trabajo o -como aquí- directamente en el útil de mecanizado. El cabezal de lijado 1 se aprieta lentamente contra la placa y -mediante la presión p y el camino d determinado por medio del sistema de medición en la etapa P3- se examina en la etapa P4 cuánto desgaste ABN se ha producido en el mismo rodillo. Si en la etapa P5 se constata que se ha desgastado una distancia de desgaste mayor de un valor umbral de distancia de 5 cm de radio del rodillo de lijado, entonces el rodillo de lijado se debería cambiar en la etapa P6.

La frecuencia de la verificación del desgaste es variable. Es concebible una verificación manual controlada por tiempo y según la frecuencia del recorrido de contorno o pasos de mecanizado después la verificación. Esto también puede depender de la frecuencia de las posibilidades de reajuste en la etapa P7, en tanto que existe una distancia de desgaste d de menos de un valor umbral de distancia de 5 cm.

El medio de lijado puede ser un medio de lijado habitual en el mercado, así como el cilindro de presión.

Igualmente está previsto un dispositivo para la limpieza del cabezal de lijado, en tanto que el aire comprimido se sopla en el espacio de lijado, a fin de retirar el polvo eventual del rodillo de lijado. La limpieza se puede realizar manualmente, sin embargo, la limpieza también se controlará preferentemente temporalmente o mediante el procedimiento de lijado.

Se muestra que el concepto está configurado de manera ventajosa para tener en cuenta indirectamente la velocidad periférica del rodillo de lijado, para una imagen de lijado más limpia. Esta se debería mantener lo más constante posible para todos los pasos de mecanizado, p. ej. en el caso de un valor de r.p.m. de tres o cuatro dígitos. Dado que la circunferencia del medio de lijado se modifica con duración creciente del procedimiento de lijado, está previsto preferentemente adaptar correspondientemente la velocidad periférica o cambiar o reajustar el medio de lijado o útil de mecanizado similar. La adaptación de la velocidad periférica se realiza preferentemente cada vez después de una medición de desgaste del cabezal de lijado, según está representado en la fig. 7 (A, B).

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el mecanizado de superficies automatizado de un componente de perfil en forma de un componente perfilado de gran tamaño de una instalación de energía eólica, con un dispositivo de mecanizado que presenta un pórtico de movimiento, un sistema robótico con un sistema de control y un útil de mecanizado de un cabezal de trabajo, que presenta las etapas:
- desplazamiento del pórtico de movimiento como un carro de desplazamiento (4) a lo largo de una superficie de perfil del componente de perfil,
 - aproximación del útil de mecanizado esencialmente transversalmente a la superficie de perfil del componente de perfil por medio de una unidad robótica de aproximación accionable entre carro de desplazamiento (4) y el útil de mecanizado,
 - tratamiento plano del componente de gran tamaño con el útil de mecanizado, donde por medio del sistema de control se realiza un movimiento de avance del pórtico de movimiento y un movimiento de aproximación del útil de mecanizado por medio de la unidad robótica de aproximación según la especificación de un modelo virtual (MODELO) de la superficie de perfil del componente de perfil, donde al menos un contorno (CONTORNO) de la superficie de perfil se deposita en el sistema de control, que está formado según un modelo virtual (MODELO) de la superficie de perfil del componente de perfil y el contorno (CONTORNO) se determina por el sistema de control y el útil de mecanizado se guía a lo largo del contorno (CONTORNO),
 - implementación de un número de pasos de tratamiento en el componente de gran tamaño,
- 25 caracterizado porque
- está dispuesto un dispositivo de giro de un pórtico de sujeción conectado por control con el dispositivo de mecanizado para la sujeción giratoria del componente perfilado de gran tamaño de una instalación de energía eólica, con el que
- el desplazamiento del pórtico de movimiento se realiza como un carro de desplazamiento libre de limitación mecánica a lo largo de una superficie de perfil del componente de perfil;
 - para la implementación del número de pasos de tratamiento planos en el componente de gran tamaño, el contorno (CONTORNO) a lo largo del que se guía el útil de mecanizado comprende una rejilla de puntos con puntos de inversión (Ug1, Ug2, Uk1, Uk2) opuestos y asociados en el lado longitudinal de la superficie de perfil para un paso de mecanizado del útil de mecanizado, donde
 - se examina un desgaste del útil de mecanizado entre un primer y un segundo paso de mecanizado.
2. Procedimiento según la reivindicación 1,
- 40 caracterizado porque
- se examina el desgaste que presenta las etapas:
- aproximación del útil de mecanizado a un cuerpo de referencia, después del primer y antes del segundo paso de mecanizado,
 - medición de una presión entre el útil de mecanizado y el cuerpo de referencia y/o
 - medición de una distancia entre el útil de mecanizado y el cuerpo de referencia y/o
 - medición de otro parámetro de referencia entre el útil de mecanizado y el cuerpo de referencia.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2,
- 55 caracterizado porque
- se examina el desgaste que presenta las etapas:
- determinación de una presión de desgaste y/o una distancia de desgaste u otro parámetro de desgaste;
 - comparación de la presión de desgaste con un valor umbral de presión y/o de la distancia de desgaste con un valor umbral de distancia y/o de otro parámetro de desgaste con un valor umbral de desgaste.

4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por
- 5 - cambio y/o limpieza del útil de mecanizado al sobrepasar el valor umbral de presión y/o el valor umbral de distancia, y/o
- 10 - seguimiento de un parámetro del control del útil de mecanizado mediante la presión de desgaste y/o la distancia de desgaste y/o el valor umbral de desgaste en el segundo paso de mecanizado.
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado porque
- 15 un identificador de un modelo virtual (MODELO) de la superficie de perfil del componente de perfil y/o de un contorno (CONTORNO) determinado por él se compara en el sistema de control con una característica de identificación, donde el tratamiento plano del componente de gran tamaño con el útil de mecanizado se realiza solo cuando el identificador se le puede asociar de forma positiva a la característica de identificación.
- 20
6. Procedimiento según la reivindicación 5,
caracterizado porque
- 25 la característica de identificación está colocada en el componente de perfil y/o puesto de trabajo y se garantiza que el contorno y/o el modelo virtual (MODELO) de la superficie de perfil del componente de perfil está adaptado en el sistema de control al componente de perfil.
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado porque
- 30 los obstáculos inapropiados se reconocen por el dispositivo de mecanizado y una unidad sensora de reconocimiento está configurada para reconocer obstáculos en una zona de movimiento directa del pódico de movimiento y/o sistema robótico.
- 35
8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado porque
- 40 el componente de gran tamaño está sujeto en su dispositivo de giro del pódico de sujeción conectado por control con el dispositivo de mecanizado, donde un contorno (CONTORNO) a lo largo del que se guía el útil de mecanizado comprende una rejilla de puntos con los puntos de giro asociados periféricamente a la superficie de perfil, sobre los que se coloca el útil de mecanizado después de un giro del componente de gran tamaño y antes de un paso de
- 45 mecanizado.
9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado porque
- 50 se realiza un movimiento de avance del pódico de movimiento y/o un movimiento de aproximación del útil de mecanizado bajo corrección de la ejecución de un algoritmo de aprendizaje.
10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado porque
- 55 un parámetro de control del útil de mecanizado es una velocidad periférica del mismo, donde se realiza un seguimiento de la velocidad periférica, de manera que esta es esencialmente igual en el primer y el segundo paso de mecanizado.
- 60
11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

caracterizado porque

durante un paso de mecanizado se regula una distancia y/o una presión y/u otro parámetro de control del útil de mecanizado respecto al componente perfilado de gran tamaño.

5

12. Dispositivo de mecanizado para el mecanizado de superficies automatizado de un componente perfilado de gran tamaño de una instalación de energía eólica, con un pórtico de movimiento, un sistema robótico con un sistema de control y un útil de mecanizado de un cabezal de trabajo, donde

10 - el pórtico de movimiento está formado como un carro de desplazamiento (4) que se puede desplazar a lo largo de una superficie de perfil del componente de perfil;

15 - el sistema robótico comprende una unidad robótica de aproximación accionable entre el carro de desplazamiento (4) y el útil de mecanizado, por medio de la que se puede aproximar el útil de mecanizado esencialmente transversalmente a la superficie de perfil del componente de perfil, y

- el útil de mecanizado está configurado para el tratamiento plano del componente de gran tamaño, donde

20 - el sistema de control está configurado para realizar un movimiento de avance del carro de desplazamiento (4) y un movimiento de aproximación de la unidad robótica de aproximación según la especificación de un modelo virtual (MODELO) de la superficie de perfil del componente de perfil, donde al menos un contorno (CONTORNO) de la superficie de perfil está depositado en el sistema de control, que está formado según un modelo virtual (MODELO) de la superficie de perfil del componente de perfil y el contorno (CONTORNO) se puede determinar por el sistema de control y el útil de mecanizado se puede guiar a lo largo del contorno (CONTORNO), donde

25

- se puede implementar un número de pasos de tratamiento en el componente de gran tamaño, y

caracterizado por

30 - un dispositivo de giro de un pórtico de sujeción conectado por control con el dispositivo de mecanizado para la sujeción giratoria del componente perfilado de gran tamaño de una instalación de energía eólica, donde

35 - el carro de desplazamiento (4) se puede desplazar en una zona de trabajo libre de limitación mecánica a lo largo de la superficie de perfil del componente de perfil,

- el contorno (CONTORNO) a lo largo del que se puede guiar el útil de mecanizado comprende una rejilla de puntos con puntos de inversión opuestos y asociados en el lado longitudinal de la superficie de perfil para un paso de mecanizado del útil de mecanizado, y

40 - se puede examinar un desgaste del útil de mecanizado entre un primer y un segundo paso de mecanizado.

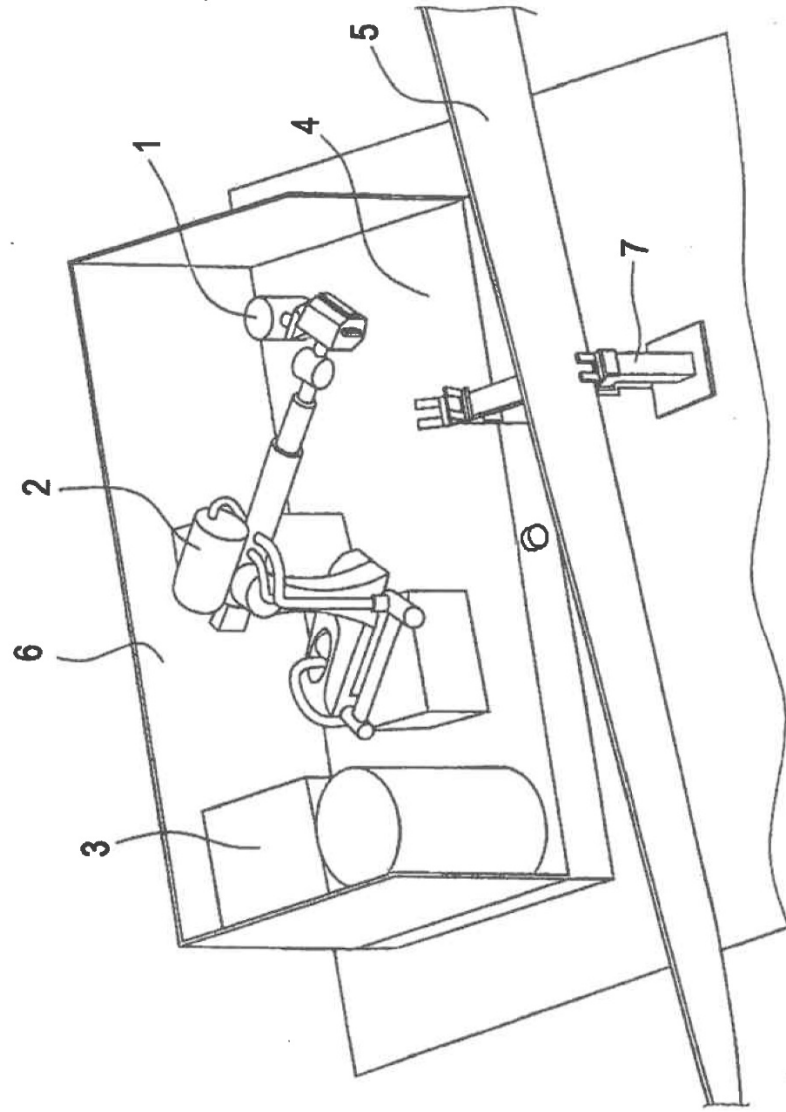


Fig. 1

Fig. 2

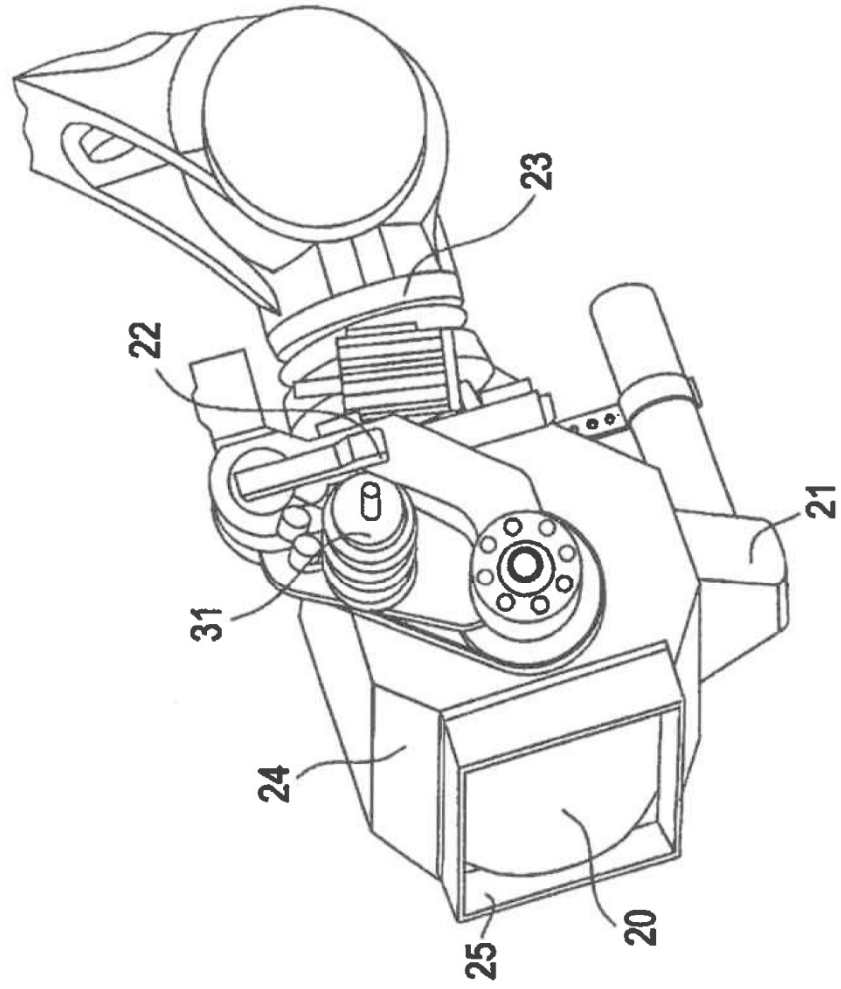
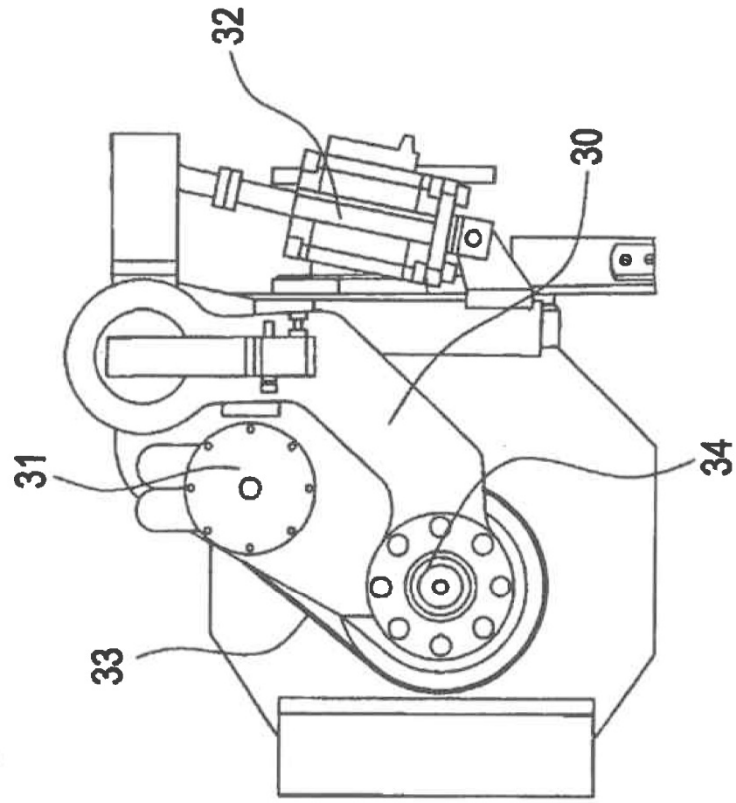


Fig. 3



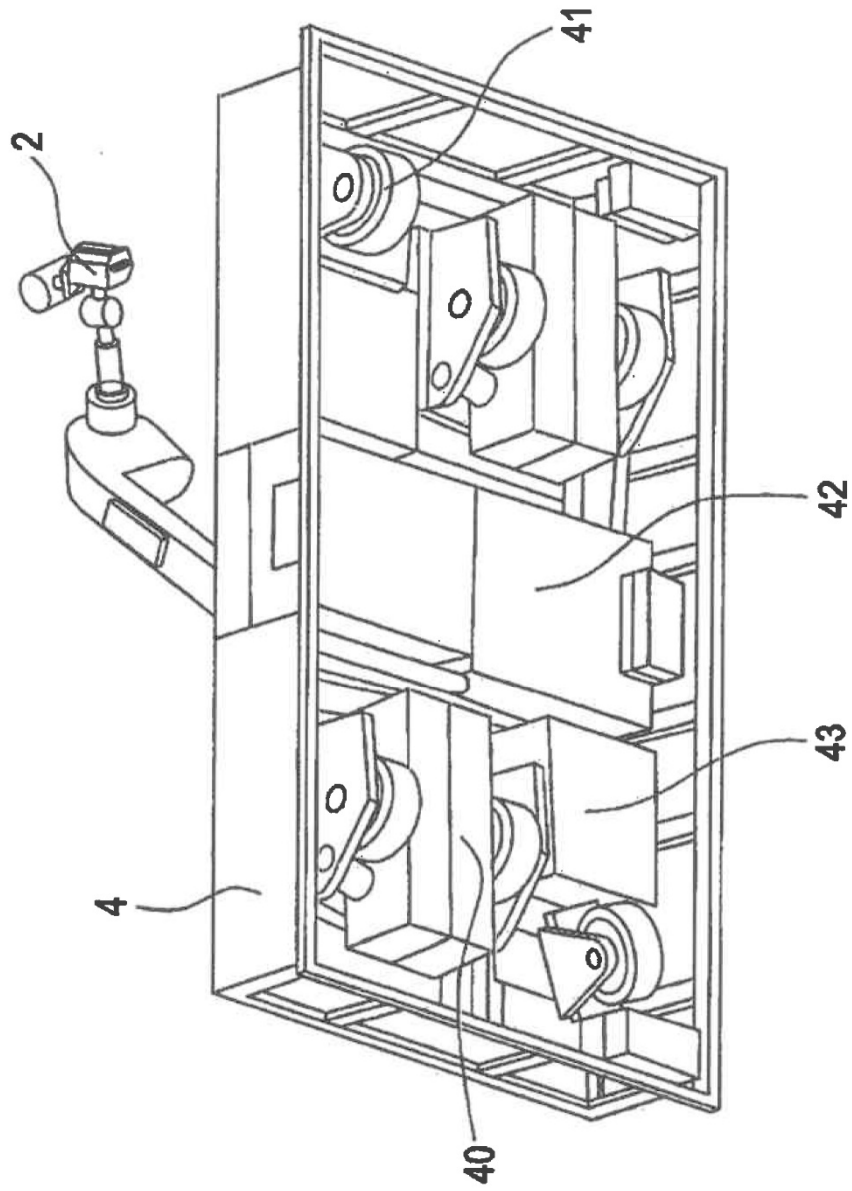


Fig. 4

Fig. 5

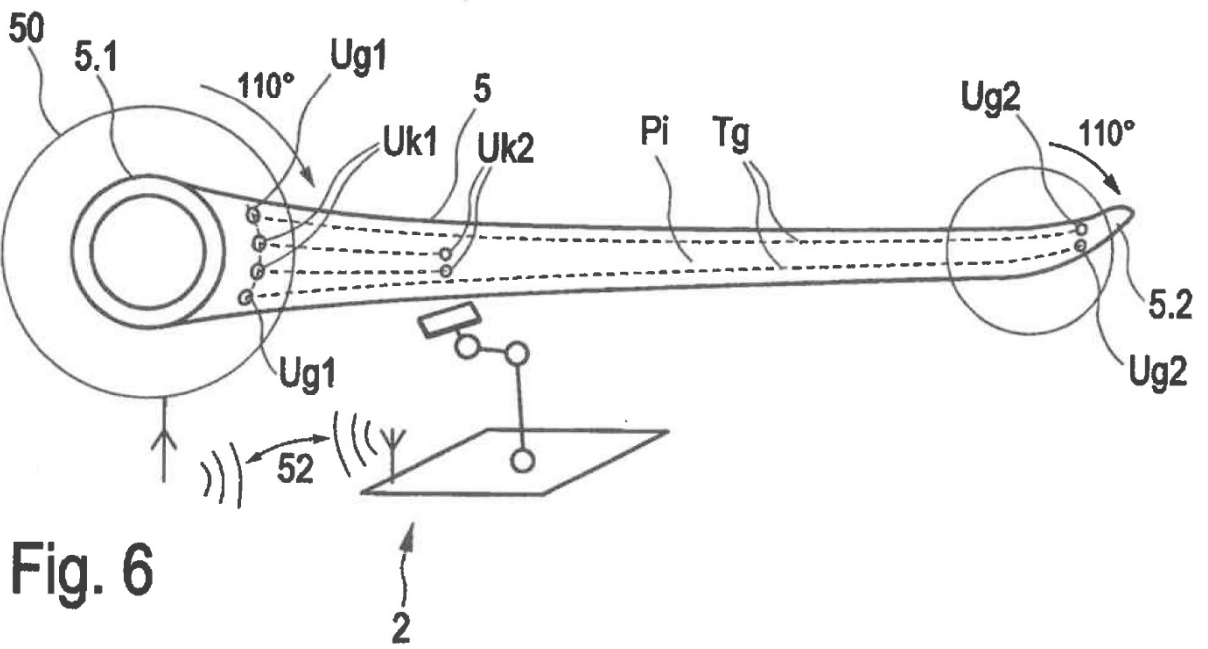
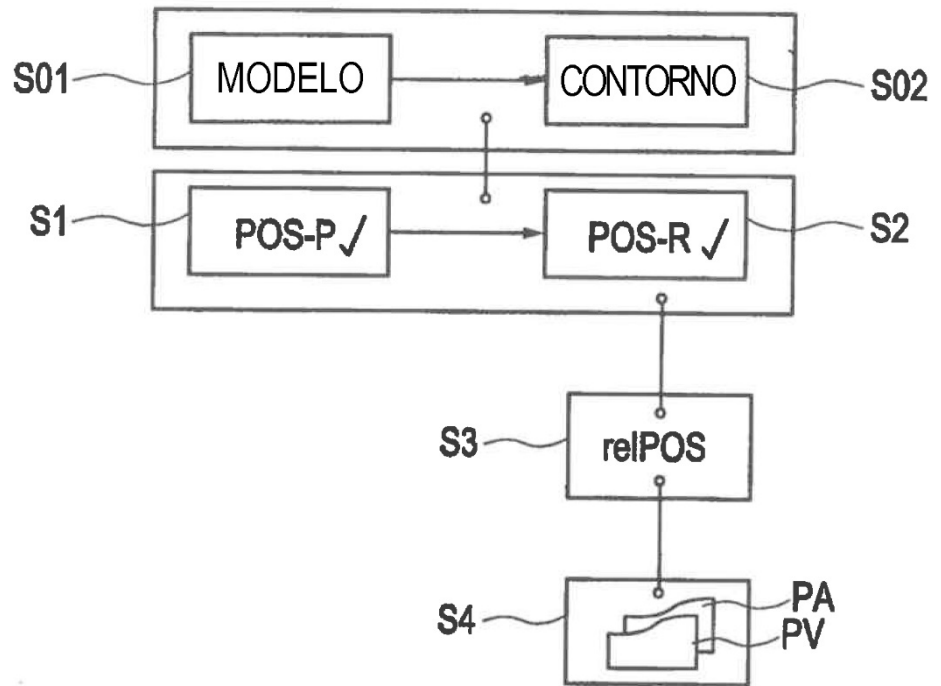


Fig. 6

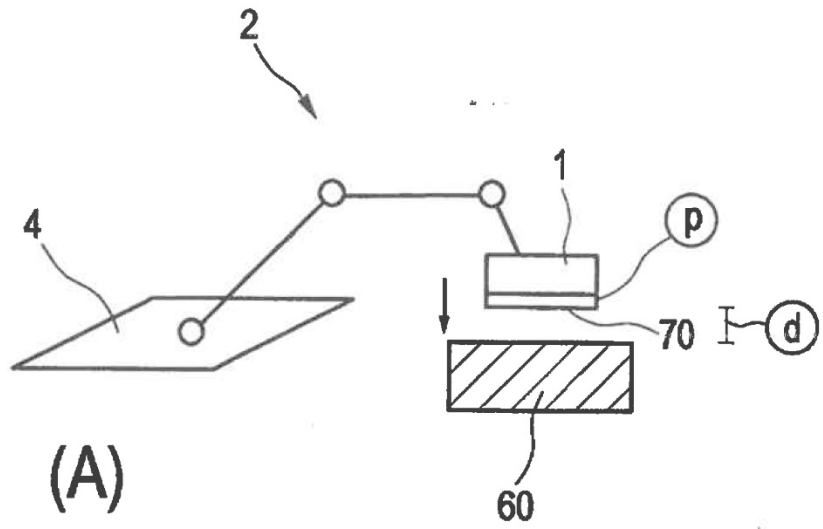


Fig. 7

