

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 428 688**

51 Int. Cl.:

**G05B 19/4061** (2006.01)

**B25J 9/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2004 E 04029785 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2013 EP 1672449**

54 Título: **Aparato y método para la generación de un camino libre de colisiones de una máquina rectificadora**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**08.11.2013**

73 Titular/es:

**WALTER MASCHINENBAU GMBH (100.0%)**  
**Joestrasse 5**  
**72072 Tübingen, DE**

72 Inventor/es:

**DILGER, CHRISTIAN y**  
**SIMAKOV, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 428 688 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

Aparato y método para la generación de un camino libre de colisiones de una máquina rectificadora

La invención se refiere a un dispositivo de control del motor para una máquina de rectificado, o para máquinas similares, y un método para determinar el recorrido de desplazamiento de una herramienta, especialmente una herramienta de rectificado y/o de una pieza de trabajo correspondiente.

En las máquinas lijadoras o máquinas similares, tales como máquinas de electroerosión o similares, a menudo es necesario ajustar la pieza de trabajo y/o la herramienta en relación entre sí, sin provocar colisiones. Por ejemplo, este es el caso cuando la operación de mecanizado a llevar a cabo con una herramienta de rectificado está terminada, y hay que engranar otra herramienta de rectificado con la pieza de trabajo. El posicionamiento de la pieza de trabajo y de la herramienta de rectificado y el control de las líneas de pase es cuestión del programa de control de la máquina, que ha generado un instalador de máquina o un operador con herramientas de programación más o menos inteligentes. Por lo general, el instalador de la máquina no puede generar caminos de posicionamiento optimizados en el tiempo. Esto es cierto especialmente si no pueden ser rectas para evitar obstáculos y por lo tanto para evitar colisiones. Si se crea un programa de control de la máquina, además debe ser revisado un cuidado y prolongado con respecto a libertad de colisiones, para evitar colisiones de la herramienta de rectificado o la pieza de trabajo chocan entre sí o con otras partes. Sin embargo, si para evitar colisiones se recorren caminos aparentemente seguros, trasladando, por ejemplo, la herramienta en cuestión en lo que se denomina posición de estacionamiento seguro una vez terminado la operación y a continuación se traslada la herramienta desde la posición de aparcamiento a la posición de inicio de la posterior operación u otra posición de aparcamiento resultando caminos de traslado prolongados y largos tiempos de posicionamiento. Precisamente las operaciones de rectificado en piezas de trabajo complicadas, tales como taladros, molinos o similares, los tiempos de posicionamiento se suman a una pérdida considerable de tiempo, la que se tiene que evitar.

Por el documento EP-A-0415067 A2 se conoce un procedimiento y un dispositivo para la protección contra colisiones en un sistema robótico múltiple. Para la determinación la ausencia de colisiones se calculan tablas de colisión. Esto se realiza durante el funcionamiento del sistema. La capacidad de cálculo necesario para ello es sustancial.

En la publicación "Transformation of obstacles into configuration space by using a special look-up table for collision-free on-line path-planning", P. Adolphs, G. Höhn, ICON 89, Abril 3 a 6 de 1989, se propone tener en cuenta objetos estadísticos y casi estadísticos en el espacio de trabajo de un robot a través de una tabla de referencias. El tamaño y la posición de los objetos se determinan y se integran de forma estadística en el espacio de trabajo mediante un proceso de mapeo.

Teniendo en cuenta esto, el objeto de la invención es proporcionar un método de posicionamiento así como un dispositivo de control de motor correspondiente, con el que se puede determinar de una manera sencilla en un corto período de tiempo recorridos de desplazamientos para herramientas y/o piezas de trabajo, que requiere un tiempo de posicionamiento bajo.

Este objeto se consigue por el dispositivo de control del motor según la reivindicación 1, así como el método según la reivindicación 12:

El sistema de control de la máquina de la invención soporta el programador en la definición o la introducción de recorridos de desplazamiento que requieren un tiempo bajo de posicionamiento. También puede ser configurado para determinar automáticamente tales recorridos. La característica especial del controlador de máquina y el método de control asociado se basa en que está disponible una reserva de datos calculada anteriormente, que se aplica al espacio de trabajo discretizado y contiene un parámetro de colisión para cada herramienta y cada posición de la herramienta y para cada pieza de trabajo, así como para cada posición de la pieza de trabajo y cualquier elemento de discretización. Este, por ejemplo, es cero si no hay colisión y es uno si la respectiva posición de pieza de trabajo y la posición de la herramienta (que se determina por un punto en el espacio de coordenadas de la máquina) existe una colisión, es decir, existe una superposición entre la herramienta y la pieza de trabajo. Por ejemplo, si está previsto un recorrido especial de la pieza de trabajo a través del espacio de trabajo y/o de la herramienta a través de la zona de trabajo entonces mediante simple verificación en el almacenamiento de datos se puede determinar si un recorrido planificado incluye colisiones o no. Esto se puede hacer tanto a través de una revisión de los recorridos establecidos, así como una medida de apoyo durante la determinación de recorridos.

La determinación de la reserva de datos es un proceso extremadamente lento que, sin embargo, necesita ser realizado solamente una sola vez. Por ejemplo, supongamos que se parte de un espacio de trabajo que se divide en cada caso en 100 pasos discretos en las tres direcciones del espacio, ya resultan 10.000 elementos de discretización. Por lo tanto, una primera herramienta, por ejemplo, asimismo discretizado en caso de una orientación fija de la pieza de trabajo determinada puede acoger 10.000 posiciones diferentes. Por ejemplo, si la pieza de trabajo puede tomar 100 orientaciones discretas, el espacio de trabajo discreto tiene 1 millón de puntos. Para cada punto, es decir, para cada constelación discreta de pieza de trabajo y herramienta (posición de la pieza de trabajo y la posición de la herramienta en el espacio de trabajo) se le asigna entonces en todo el espacio de trabajo a cada

elemento de discretización (celda) un parámetro de colisión de 0 o 1. Si la herramienta y la pieza de trabajo no se tocan o no se superponen todas las celdas con cero. Si se produce un contacto o una superposición solo las celdas en las que existe el contacto o la superposición, por ejemplo, son uno.

5 La determinación de los parámetros de colisión en la manera mencionada se realiza preferiblemente ahora para cada tipo de herramienta discreto en combinación con cada tipo discreto de pieza de trabajo, en donde preferentemente se toman como las piezas de trabajo las formas geométricas de las piezas en bruto. Todas estas constelaciones entonces se añaden a la reserva de datos. Se ha demostrado que el cálculo de dicha reserva de datos puede tardar más de un día para terminar incluso en ordenadores muy potentes. Sin embargo, la reserva de datos a continuación forma una tabla de consulta mediante la cual un recorrido deseado de una herramienta de  
10 rectificado y/o la pieza de trabajo dentro de unos pocos segundos o, en caso de una organización de datos adecuada, incluso más rápido se pueden comprobar para evitar colisiones.

Por lo tanto, el método de la invención y el controlador del motor según la invención tomados por separados cada uno establece la base para poder realizar durante la programación de los recorridos de traslado o en la generación automática de los mismos una comprobación de colisiones. Particularmente se puede determinar muy rápidamente recorridos de desplazamiento favorables en cuanto a tiempo a través de un uso repetido de la reserva de datos.  
15

La reserva de datos se debe determinar una sola vez por el fabricante de la máquina. A continuación, se puede copiar a todas las máquinas o máquinas de rectificado existentes y permite la determinación de un recorrido de desplazamiento favorable. Por ejemplo, se selecciona para ello un recorrido libre de colisión entre todos los posibles recorridos entre un punto de partida y un punto final de un recorrido a determinar que se aproxima lo más estrechamente posible a un recorrido óptimo. Para ello entonces se puede utilizar las técnicas estándar conocidas.  
20

En algunos casos, puede ser suficiente si la reserva de datos incluye sólo la población de los elementos de discretización del espacio de trabajo y los parámetros de colisión que se tienen que atravesar también durante el posicionamiento. Es posible que se pueda dejar fuera elementos de discretización que pertenecen a las regiones del borde del espacio de trabajo. Sin embargo, se considera ventajoso incluir todos elementos de discretización del espacio de trabajo de tal manera que todos los casos imaginables de colisión están incluidos en la reserva de datos.  
25

Además, es preferible incluir a todas las herramientas que pueden estar presentes en la máquina correspondiente, en el que las herramientas se describen por elementos de discretización de herramientas formando cada uno un modelo de herramienta. Las piezas de trabajo también se discretizan, en donde como piezas de trabajo sirven preferiblemente las piezas en bruto a mecanizar en las respectivas máquinas lijadoras en formas geométricas simples, tales como cilindros, conos, cilindros escalonados y similares discretizados como modelos de piezas de trabajo.  
30

El método es particularmente adecuado para su uso en amoladoras que tienen sólo un arranque de material reducido, de modo que las piezas de trabajo cambian poco su contorno exterior durante el procesamiento. Los modelos de las piezas de trabajo de las piezas en bruto así siguen siendo válidos a pesar de los avances en la ejecución de las piezas de trabajo.  
35

La reserva de datos se compone de una lista indexada, es decir, una cadena de ceros y unos, en donde por lo general se producen largas cadenas de ceros. Es, por lo tanto, a priori bien comprimible. La compresión de datos puede ser limitado y realizado en cada caso en pares de modelos de herramientas y de piezas de trabajo, de manera que para comprobar si los recorridos de una pieza de trabajo determinada y una herramienta están libres de colisiones sólo se debe descomprimir (desempaquetar) una cierta parte de la reserva de datos.  
40

Otros detalles de formas de realización ventajosas de la invención serán evidentes a partir de los dibujos, la descripción o las reivindicaciones.

En el dibujo se ilustra una forma de realización de la invención. Muestran:

- Figura 1 una máquina de molienda y su controlador en la ilustración sumamente esquemática,
- 45 Figura 2 un espacio de trabajo discretizado de dos dimensiones con un modelo de pieza de trabajo discretizado y un modelo de herramienta discretizado, que se solapan, en una representación esquemática,
- Figura 3 un suministro de modelos de herramientas discretizados en representación esquemática,
- Figura 4 un suministro de modelos de herramientas discretizados en una representación esquemática,
- 50 Figura 5 la estructura del suministro de datos, que determina los parámetros de colisión, como una fórmula y
- Figura 6 la determinación de un recorrido libre de colisión alrededor de un obstáculo discretizado en un ejemplo de dos dimensiones, en una representación esquemática

La Figura 1 muestra una máquina de rectificar 1 se ilustra en la representación sumamente esquemática. A esta

pertenece un cabezal 2 de rectificado con una herramienta 3 de rectificación, por ejemplo, una muela abrasiva. El cabezal 2 de rectificado se puede ajustar linealmente en una pluralidad de direcciones, tales como en tres direcciones X, Y, Z. Para el ajuste se utilizan actuadores correspondientes 4, 5, 6 que están conectados a través de líneas de control a un dispositivo de control 7. Este, por ejemplo, se forma por un ordenador de control del motor que está conectado a una unidad de memoria 8. Por otra parte, la máquina rectificadora 1 incluye un soporte de pieza de trabajo 9 en el que como ilustración en la Figura 1 está montado una pieza en bruto 11 en forma de varilla. El soporte 9 de pieza de trabajo puede estar alojado de forma giratoria, por ejemplo, alrededor de un eje A. Un accionamiento adecuado 12 está conectado a la unidad de control 7. Si el cabezal 2 de rectificado, por ejemplo, sólo se puede desplazar en la dirección Y y Z, el soporte 9 de pieza de trabajo además puede ser desplazable en la dirección X. El accionamiento 4 entonces se conecta al soporte 9 de herramienta.

Las coordenadas X, Y, Z y A forman un espacio de trabajo de cuatro dimensiones para el movimiento de la muela abrasiva 3 y la pieza en bruto 11. La unidad de control 7 controla de movimiento de la muela abrasiva 3 y la pieza en bruto 11 con el fin de lograr un resultado abrasivo deseado. También controla el movimiento de la muela de rectificar 3 y/o de la pieza en bruto 11, por ejemplo, para introducir diferentes herramientas no ilustradas específicamente una tras otra con la pieza en bruto 11. En este caso, el cabezal de rectificado 2 y el portador 9 de la pieza de trabajo deben ser desplazados en el menor tiempo posible, es decir, se buscan recorridos de desplazamiento óptimos en tiempo o aproximadamente óptimos en tiempo o al menos ventajosos en tiempo. Sin embargo, de ninguna manera deben resultar colisiones entre la rueda abrasiva 3 y las piezas en bruto 11 u otros elementos. Por consiguiente, la unidad de control 7 es capaz de comprobar recorridos propuestos en el espacio de trabajo de cuatro dimensiones con respecto a colisiones. Para ello aprovecha un suministro de datos existentes en la unidad de memoria 8 que proporciona un parámetro de colisión para todas las posiciones posibles de la muela abrasiva 3 y la pieza en bruto 11 en el espacio de trabajo de dimensiones discretizado. Esto significa que para la totalidad de las posiciones discretizadas X, Y, Z de la muela abrasiva 3 con todas las posiciones de rotación discretizadas (posiciones A) de la pieza en bruto 11 se fija, si está presente una superposición (colisión) entre el volumen de la muela abrasiva 3 y la pieza en bruto 11. Para ilustrar esto, en la Figura 2 se indica un ejemplo de dos dimensiones para un espacio de trabajo R. Sus coordenadas discretizadas van desde  $x_0$  hasta  $x_n$  y de  $x_n$  a  $y_m$ . El espacio de trabajo discretizado R por lo tanto, incluye todas las posibles posiciones relativas discretas entre la muela abrasiva 3 y la pieza de trabajo 11, cuando solamente se puede realizar un ajuste de dos ejes, (ajuste en X y en Y). Ahora se mueve la herramienta 3, que se caracteriza por las coordenadas  $x_k, y_1$  tentativamente a cualquier punto del espacio de trabajo discreto, en el que sus coordenadas  $x_k, y_1$  se asignan con el parámetro de colisión "1", si está presente una superposición, y de otra manera con un 0. En la Figura 2 los campos asignados con 0 están vacíos.

En consecuencia, los parámetros de colisión 0 o 1 se determinan también para el espacio de trabajo de tres o cuatro dimensiones, es decir, para cada posible posición de la herramienta 3 en combinación con cualquier posición posible de la pieza de trabajo 11 se determinan los respectivos parámetros de colisión. Los parámetros de colisión se almacenan como suministro de datos D en la unidad de memoria 8. Expresado de forma esquemática, el suministro de datos D consiste de la superposición de la herramienta 3 y la pieza de trabajo 11 para todo el espacio de trabajo R. La superposición, que se expresa aquí esquemáticamente como operador  $overl$ , contiene la prueba de superposición para cada posición relativa de la herramienta 3 y la pieza de trabajo 11 en el espacio de trabajo discretizado.

El controlador 7 a continuación, determina un camino P, como se muestra en base al ejemplo adicional de dos dimensiones en la Figura 6 de la siguiente manera:

En el espacio de trabajo discrecional (aquí de dos dimensiones X, Y) se busca un recorrido libre de colisiones de A a B. Este debería ser tolerablemente en breve. Las zonas propensas a la colisión se caracterizan por la eclosión - en el suministro de datos D son marcados en cada caso por un 1. El procedimiento busca ahora en la red definida por la discretización un recorrido que pasa por las zonas de riesgo de colisión. Este recorrido es más largo que un recorrido óptimo, definido justo en la parte curvilínea interior que caracteriza a la zona de colisión. El recorrido P, sin embargo, es considerablemente más favorable que un recorrido  $P_0$  convencional que pasa por posiciones de descanso que se registra de forma esquemática en la Figura 6.

Es suficiente para una verdadero amoladora 1 no es suficiente una red dos dimensional pero funcionará de acuerdo con el espacio de trabajo de cuatro dimensiones. Es decir para todos los cuartetos de coordenadas X, Y, Z, A, que caracterizan en cada caso una posible posición relativa de la herramienta y la pieza de trabajo, se determina y se graba los parámetros de colisión 0 o 1. Durante la búsqueda del recorrido entonces se puede recurrir a este suministro de datos para determinar sin esfuerzo computacional, sólo recurriendo a los valores almacenados, si el recorrido elegido o un recorrido parcial recientemente determinado o un recorrido parcial introducido por un operador es libre de colisión o no.

Preferiblemente, los parámetros de colisión se determinan no sólo para una pieza de trabajo particular y una herramienta especial y todo el espacio de trabajo multi-dimensional, pero también para todas las herramientas discretizadas y todas las piezas de trabajo discrecionaladas. Esto se ilustra en las Figuras 3 y 4. La Figura 3 ilustra un suministro de herramientas, WZ1, WZ2, WZ3, por ejemplo, que puede comprender muelas abrasivas dentro de una cuadrícula en todos los tamaños y formas existentes. El número de modelos de herramientas es ilimitado en principio. En este ejemplo hay tres. Del mismo modo, existe una pluralidad de modelos de la pieza de trabajo, por

ejemplo, tres modelos de piezas de trabajo para piezas en bruto cilíndricos de diferentes tamaños. Preferiblemente, los diferentes modelos de la pieza de trabajo WS1, WS2, WS3 se distinguen dentro de la discretización en cada caso. Sin embargo, también se pueden seleccionar gradaciones más gruesas, tal como se indica en la Figura 4. Ahora se forma la superposición de todos los modelos de herramientas con todos los modelos de la pieza de trabajo para todo el espacio de trabajo discretizado R, tal como se ilustra en la Figura 5, para generar el suministro de datos. Este suministro de datos comprende entonces los parámetros de colisión asociados a cada punto del espacio de trabajo R para cada emparejamiento posible WZI, WSJ (en donde I y J son en cada caso el número del modelo de la herramienta y el modelo de trabajo), y para una posible posiciones relativas. El conjunto de datos incluye, aunque cada parámetro de colisión requiere sólo un bit, para un espacio de trabajo de cuatro dimensiones, cuyas coordenadas se dividen en cada caso en cien pasos discretos, requiere varios gigabytes, incluso en el casos cuando se trabaja con un número relativamente pequeño, por ejemplo, tres modelos de herramientas y tres modelos de piezas de trabajo. Para calcular esta cantidad de datos un potente ordenador posiblemente está ocupado varios días. El conjunto de datos generado sin embargo, es universal para el tipo dado de rectificadora, es decir, se puede copiar sin más a cualquier rectificadora fabricada. No se requiere un nuevo cálculo.

El conjunto de datos, como se ha mencionado, se puede almacenar de forma comprimida. Preferiblemente, se divide en conjuntos de datos parciales, en donde cada conjunto parcial de datos refleja un emparejamiento de herramienta y de pieza de trabajo ( $DT = WZI \text{ overl } WSJ / R$ ). Para la determinación de la ausencia de colisión de un recorrido de posicionamiento a continuación, sólo se ha de descomprimir el conjunto parcial de datos que se refiere a la herramienta que interesa en este caso y la pieza de trabajo de interés. En el conjunto de datos descomprimido se puede acceder en la determinación o revisión de un recorrido, en donde el resultado (ausencia de colisiones del recorrido, sí o no) prácticamente se tiene de forma inmediata.

Para la determinación de recorridos favorables en tiempo a un control de la máquina de una máquina rectificadora se pone a disposición un conjunto de datos D, que presenta un parámetro de colisión 0 o 1 en cada punto de coordenadas (X, Y, Z, A) discrecionado, así como para combinación de los modelos de herramienta discrecionados WZI y modelos de la piezas de trabajo. Este indica si para la constelación asociada con el punto de coordenadas correspondiente X, Y, Z, A, es decir, la posición relativa de la pieza de trabajo 11 y la herramienta 3 tiene como consecuencia una colisión o superposición espacial de la herramienta y la pieza de trabajo, o no. Estos datos D forman una tabla de búsqueda de valores que se puede utilizar para la revisión de un recorrido dado o para estirar o construcción secuencial de recorridos. El cálculo de recorridos favorables en tiempo también se puede realizar en unos pocos segundos con recursos de cómputo limitados, debido a que se omite el cálculo de colisión intenso en tiempo y en cálculo. Se recorre a la tabla de búsqueda calculada previamente.

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de control de la máquina para una máquina rectificadora (1) con un cabezal de rectificado (2) y con un soporte de pieza de trabajo (9), que se pueden mover con respecto entre sí mediante un control de varios ejes (4, 5, 6, 12) en una pluralidad de direcciones (X, Y, Z, A) en un espacio de trabajo (R), en donde los medios de accionamiento (4, 5, 6, 12) están conectados al control del motor (7, 8),  
5 con una unidad de procesamiento (7) y con una unidad de memoria (8),  
caracterizado porque,  
la unidad de memoria (8) proporciona un suministro de datos (D) previamente calculado para un espacio de trabajo (R) dividido en elementos de discretización ( $x_i y_j$ ),  
10 a los elementos de discretización ( $x_i y_j$ ) para herramientas predefinidos (3) y para piezas de trabajo predeterminadas (11) están asociados en posiciones predeterminadas en cada caso parámetros de colisión (0 o 1), y  
la ausencia de colisión de un recorrido de desplazamiento (P) se determina en base al suministro de datos (D) mediante la consulta de los parámetros de colisión existentes (0 o 1) para el recorrido de desplazamiento (P),  
15 en donde el suministro de datos (D) contiene un parámetro de colisión (0 o 1) para todas las posiciones posibles de la muela abrasiva (3) y de la pieza en bruto (11) en el espacio de trabajo (R) discretizado, que comprende 4 dimensiones (posición X, Y, Z, A),  
en donde está presente la ausencia de colisión del recorrido de desplazamiento (P) cuando el recorrido de desplazamiento predeterminado (P) no contiene elementos de colisión ( $x_i y_j$ ) cuyos parámetros de colisión (0 o 1) indica una colisión.
- 20 2. Dispositivo de control de la máquina según la reivindicación 1, caracterizado en que el suministro de datos (D) comprende todos los elementos de discretización ( $x_i y_j$ ) del espacio de trabajo (R).
3. Dispositivo de control de la máquina según la reivindicación 1, caracterizado porque las herramientas (3) se describen mediante modelos de herramientas discretos (WZ1, WZ2, WZ3).
- 25 4. Dispositivo de control de la máquina según la reivindicación 1, caracterizado porque las piezas de trabajo (11) se definen por los modelos de la pieza de trabajo discretos (WS1, WS2, WS3).
5. Dispositivo de control de la máquina según la reivindicación 1, caracterizado porque para la descripción de las piezas de trabajo (11) se utilizan las formas geométricas de piezas en bruto.
6. Dispositivo de control de la máquina según la reivindicación 1, caracterizado en que el suministro de datos (D) comprende parámetros de colisión (0 o 1) para al menos un modelo de pieza de trabajo (WS1) y al menos un modelo de herramienta (WZ1) para todo el espacio de trabajo, y para todas las posiciones de la pieza posibles.  
30
7. Dispositivo de control de la máquina según la reivindicación 1, caracterizado en que el suministro de datos (D) comprende parámetros de colisión para al menos un modelo de pieza de trabajo (WS1) y al menos un modelo de una herramienta (WZ1) para toda el espacio de trabajo y todas las posiciones de la herramienta posibles.
8. Dispositivo de control de la máquina según la reivindicación 1, caracterizado porque el suministro de datos (D) comprende los parámetros de colisión para todos los modelos de pieza de trabajo (WS1, WS2, WS3, ...) y para todos los modelos de herramientas (WZ1, WZ2, WZ3, ...) para todo el espacio de trabajo y para todas las posiciones de la pieza de trabajo posibles.  
35
9. Dispositivo de control de la máquina según la reivindicación 1, caracterizado porque el suministro de datos (D) se comprime.
- 40 10. Dispositivo de control de la máquina según la reivindicación 1, caracterizado porque el suministro de datos (D) se divide en suministros parciales de datos (D1, D2, D3, ...), que comprenden cada uno los parámetros de colisión (0 / 1) para una combinación de herramienta y pieza de trabajo (WZ1 - WS1, WZ1 - WS2; WZ1 - WZ3; WZ2 - WS1; WZ2 - WS2 ...) para todas las posiciones posibles.
- 45 11. Dispositivo de control de la máquina según la reivindicación 10, caracterizado porque los suministros parciales de datos (D1, D2, D3, ...) se comprimen en cada caso por separado.
12. Un método para determinar un recorrido de desplazamiento de una herramienta de rectificado (3) y/o una pieza de trabajo (11) en una máquina rectificadora (1), que tiene un cabezal de rectificado (2) y con un soporte de pieza de trabajo (9), que se pueden mover en relación el uno contra el otro por un medio de accionamiento de varios ejes (4, 5, 6, 12) en una pluralidad de direcciones (X, Y, Z, A) en un espacio de trabajo (R), en donde el medio de accionamiento (4, 5, 6, 12) está conectado al control del motor (7, 8), y en donde dicha máquina de rectificado (1)  
50

comprende una unidad de procesamiento (7) que tiene una unidad de memoria (8),

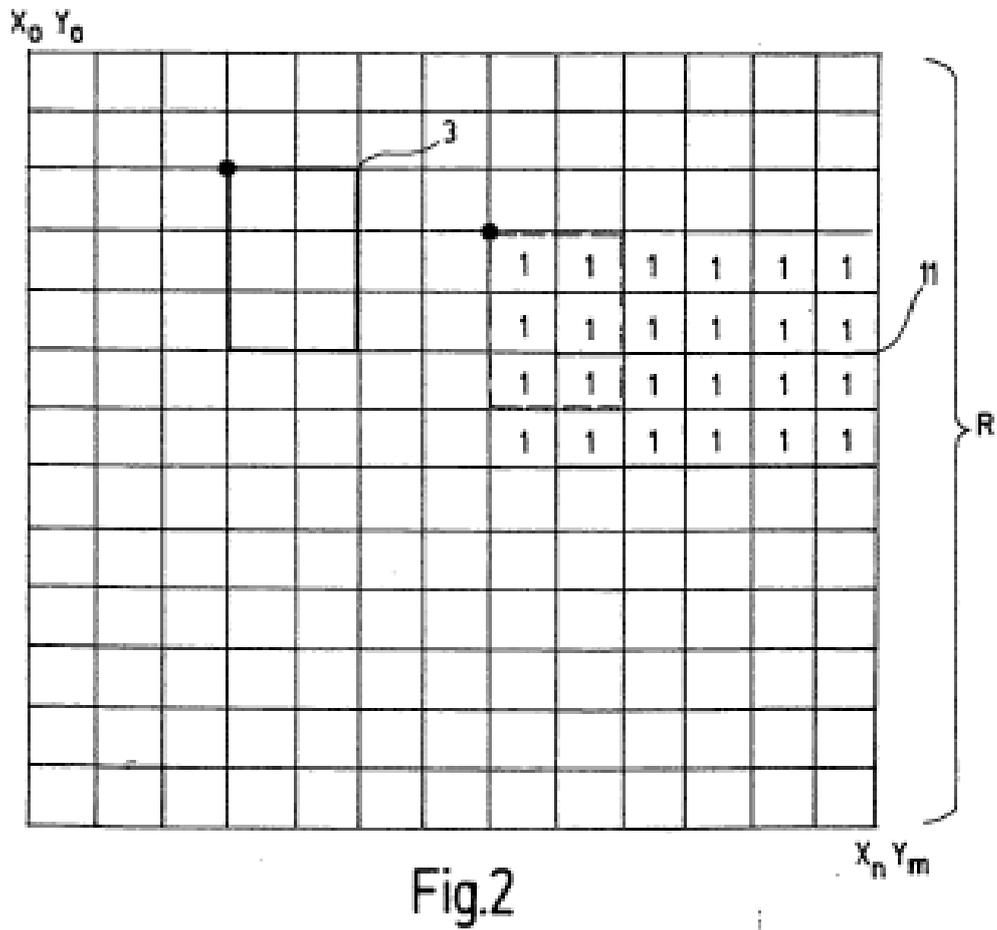
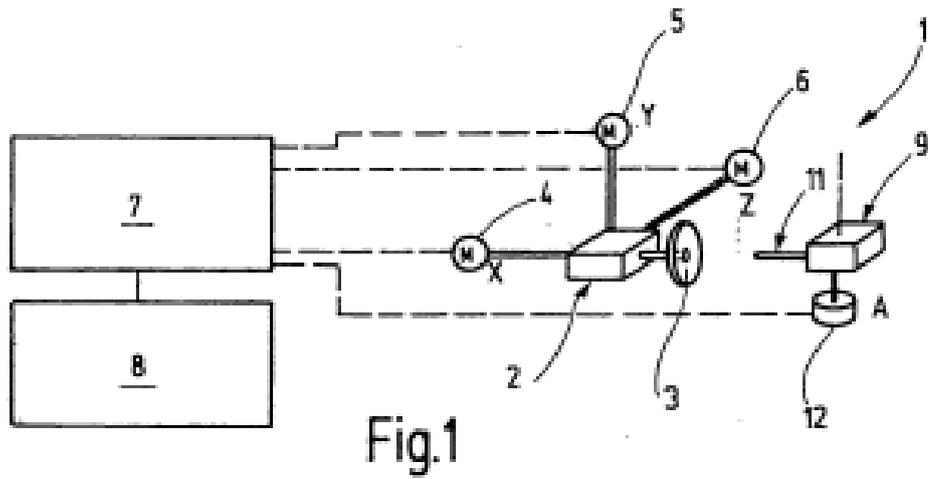
en donde en dicha unidad de memoria (8) se proporciona un suministro de datos previamente calculado (D) para el espacio de trabajo (R) dividido en elementos de discretización ( $x_i y_j$ ),

5 en donde a los elementos de discretización ( $x_i y_j$ ) se les asocian de antemano parámetros de colisión (0 ó 1) para herramientas dadas (3) y para piezas de trabajo dadas (11) en posiciones predeterminadas en cada caso y

en donde la ausencia de colisión de un recorrido de desplazamiento (P) se determina mediante el suministro de datos (D) mediante la consulta de los parámetros de colisión existentes, constantes y pre-calculados (0 ó 1) para el recorrido de desplazamiento (P),

10 en donde el suministro de datos (D) contiene para todas las posiciones posibles de la muela abrasiva (3) y de la pieza en bruto (11) en el espacio de trabajo (R) discretizado, que comprende cuatro dimensiones (posición X, Y, Z, A) un parámetro de colisión (0 ó 1),

y en donde la ausencia de colisión del recorrido de desplazamiento (P) está presente, cuando el recorrido de desplazamiento previsto (P) no contiene elementos de discretización ( $x_i y_j$ ) cuyo parámetro de colisión (0 ó 1) indica una colisión.



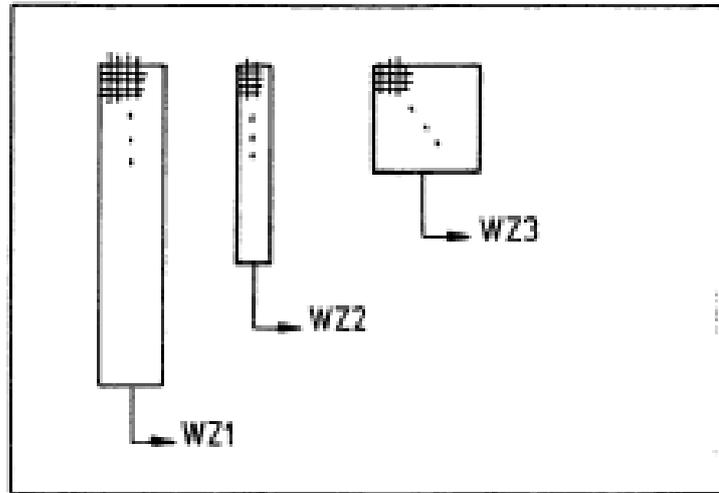


Fig.3

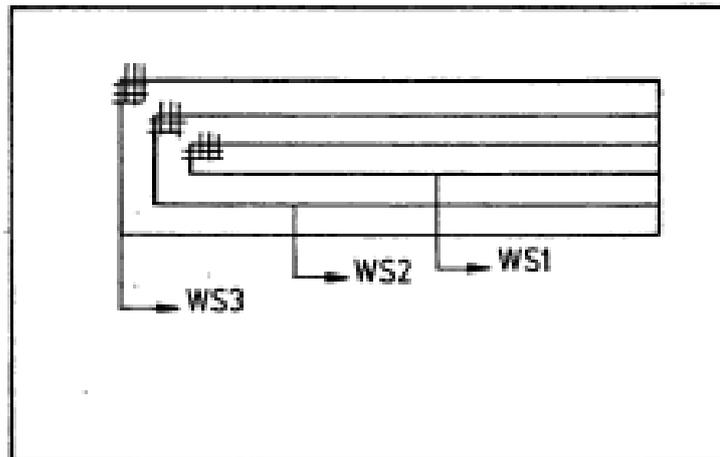


Fig.4

$$D = \{WZ1, WZ2, WZ3, \dots\} \cap \{WS1, WS2, WS3, \dots\}$$

R |

Fig.5

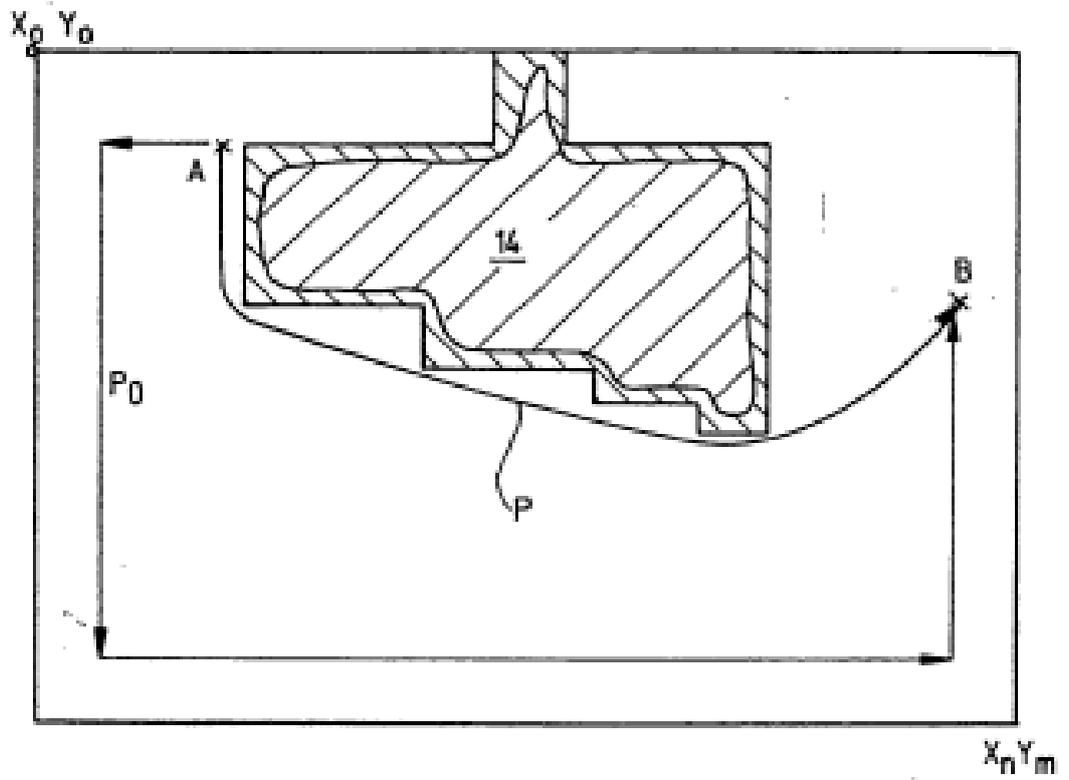


Fig.6