

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 604**

51 Int. Cl.:

**B25J 9/16** (2006.01)

**G01B 21/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04000200 .8**

96 Fecha de presentación: **08.01.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1459855**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.09.2004**

54 Título: **PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO PARA MEJORAR LA EXACTITUD DE POSICIONAMIENTO DE UN ROBOT DE TRABAJO.**

30 Prioridad:  
**22.01.2003 DE 10302592**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**07.02.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**07.02.2012**

73 Titular/es:  
**CLAAS FERTIGUNGSTECHNIK GMBH  
DIESELSTRASSE 6  
48361 BEELEN, DE**

72 Inventor/es:  
**Herrmann, Günter y  
Mössner, Oswin**

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 373 604 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 y dispositivo para mejorar la exactitud de posicionamiento de un robot de trabajo

La invención se refiere a un procedimiento para mejorar la exactitud de posicionamiento de una instalación de mecanización de varios ejes de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y a un dispositivo para la realización de este procedimiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 9.

Se conoce por la práctica conducir instalaciones de mecanización, como por ejemplo robots de trabajo, asistidos por ordenador a la posición de trabajo respectiva. Sin embargo, el gran inconveniente de un ajuste de este tipo de instalaciones de mecanización reside en que son casi inevitables inexactitudes geométricas, juego de engranajes y elasticidad. Pero tales inexactitudes deben evitarse o casi evitarse siempre que se requiera máxima precisión en la mecanización de piezas de trabajo.

El documento DE 198 21 873 publica un llamado robot industrial, que es calibrado a intervalos regulares para el mantenimiento de alta exactitud de fabricación en función de la temperatura. La calibración comprende en este caso la consideración de diferencias de temperatura en la zona de trabajo del robot industrial, siendo distribuidos puntos de medición de la temperatura en diferentes lugares del espacio de trabajo. Las desviaciones de la posición condicionadas por la tolerancia no se tienen en cuenta en absoluto en tales sistemas. El documento DE 19360933 publica un procedimiento para la calibración de un robot con respecto a puntos de trabajo y curvas de trayectoria programadas fuera de línea. Los inconvenientes de este documento son solucionados, en parte, por el documento EP 1 172 183, que publica un sistema de calibración que está posicionado muy cerca, pero fuera de la zona de trabajo del robot de montaje. Para que el robot de montaje pueda acceder a esta zona de calibración, debe modificar su posición de trabajo adoptada en el lugar de trabajo, de manera que entonces el juego del cojinete de las partes móviles de la máquina y las tolerancias de fabricación influyen negativamente sobre la exactitud de calibración.

Por lo tanto, la presente invención se basa en el problema de indicar un procedimiento, a través del cual es posible ajustar con exactitud la posición de trabajo de robots por medio de ordenador, eliminando los inconvenientes mencionados anteriormente que afectan a los procedimientos conocidos.

Este problema se soluciona en un procedimiento del tipo designado en detalle al principio de acuerdo con las características de la reivindicación 1 porque una posición de trabajo, activada por el ordenador de la instalación de mecanización, de la instalación de mecanización y de la al menos una cabeza de mecanización asociada a ella, es verificada y, dado el caso, reajustada. Esto tiene especialmente la ventaja de que las desviaciones que aparecen poco a poco entre los valores teóricos a alcanzar por la instalación de mecanización y los valores alcanzados realmente pueden ser verificados y, dado el caso, reajustados a intervalos regulares. De manera que la calidad del trabajo de la instalación de mecanización permanece casi inalterada alta.

La verificación y, dado el caso, el reajuste se realizan de manera sencilla y repetible con frecuencia discrecional porque las coordenadas de la zona de trabajo de la al menos una cabeza de mecanización son ajustadas a coordenadas de referencia de una zona de calibración.

Además, para conseguir que las modificaciones longitudinales en dirección x-y-z, que son difíciles de determinar en virtud del gran número de ejes de articulación, puedan permanecer sin ser tenidas en cuenta, la zona de trabajo y la zona extrema están dispuestas de tal forma entre sí que la instalación de mecanización y la al menos una cabeza de mecanización asociada a ella adopten esencialmente la misma posición de trabajo durante el paso a través de la zona de mecanización y de la zona de calibración. De esta manera, no es necesario un software costoso, que tiene en cuenta estas modificaciones longitudinales, en función de los ángulos de articulación respectivos, por medio de filtros matemáticos.

De acuerdo con otra característica de la invención, las coordenadas de la zona de trabajo se definen en un sistema de coordenadas arrastrado y las coordenadas de referencia de la zona de calibración para al menos una posición de trabajo se definen en un sistema de coordenadas estacionario universal. Tal forma de realización tiene sobre todo la ventaja de que la zona de calibración que recibe las coordenadas de referencia se puede disponer protegido frente a las influencias del medio ambiente así como frente a las oscilaciones de la temperatura, de tal forma que se puede evitar de una manera sencilla una modificación de las coordenadas de referencia previstas para la calibración de la instalación de mecanización.

Puesto que las coordenadas de la zona de trabajo y las coordenadas de referencia de la zona de calibración están depositadas en el ordenador de la instalación de mecanización, se asegura de manera sencilla que se pueda prescindir de técnica de control y de regulación adicional. Esto tiene, además, la ventaja de que la instalación de mecanización puede adoptar, por una parte, en posiciones discretionales en el espacio su posición de trabajo u puede realizar allí manipulaciones de acuerdo con las coordenadas de la zona de trabajo. Por otra parte, las coordenadas de la zona de trabajo y las coordenadas de referencia de la zona de calibración se pueden sintonizar fácilmente entre sí sin asistencia de software complicado.

En condiciones externas relativamente constantes, por razones de simplificación de la técnica de regulación, puede ser ventajoso que el proceso de calibración solamente sea realizado en función del tiempo a intervalos regulares o

irregulares. En este caso, se compensan esencialmente sólo inexactitudes condicionadas por el juego del cojinete o del engranaje. En un desarrollo ventajoso de la invención, el proceso de calibración se puede realizar también en función de parámetros predeterminados como, por ejemplo, el tiempo, las modificaciones de la temperatura y las cargas de impacto. Esto tiene especialmente la ventaja de que el proceso de calibración se puede adaptar de manera más precisa y rápida a condiciones exteriores variables, como por ejemplo en el caso de oscilaciones de la temperatura o después de cargas de impacto condicionadas por colisión.

Una característica esencial de la invención se puede ver en que la zona de trabajo comprende una pluralidad de puntos de trabajo y la zona de calibración reproduce una selección de estos puntos de trabajo como puntos de referencia, de manera que las coordenadas de los puntos de trabajo no reproducidos por puntos de referencia en la zona de calibración se pueden determinar por cálculo por medio de interpolación. Aquí se muestra la invención de forma especialmente ventajosa, puesto que no son necesarios modelos matemáticos complicados, si el robot adopta durante la calibración la misma o similar posición que durante el trabajo en la zona de trabajo.

En el dispositivo para mejorar la exactitud de posicionamiento, la zona de calibración que reproduce la zona de trabajo se configura de manera sencilla desde el punto de vista del diseño por una placa de calibres con una pluralidad de puntos de referencia, de manera que los puntos de referencia pueden ser también una selección de los puntos de trabajo definidos en la zona de trabajo. En este caso, es conveniente que la posición de la placa de calibres esté adaptada a la posición de la zona de trabajo, de tal forma que la instalación de mecanización y la al menos una cabeza de mecanización asociada a ella adopten en la zona de la placa de calibres y en la zona de trabajo esencialmente la misma posición de trabajo.

En procesos de mecanización alternos dentro de una posición de trabajo de la instalación de mecanización es conveniente diseñar los puntos de referencia sobre la placa de calibres como retículo superficial y determinar las coordenadas de trabajo reales de la instalación de mecanización, que existen entre ellos, a través de interpolación, de manera que resulte una copia sin huecos de toda la zona de trabajo definida.

Para poder posicionar la placa de calibres en lugar protegido, para que se puedan excluir en la mayor medida posible las influencias del medio ambiente que perjudican la superficie de calibración (temperatura, suciedad, oscilaciones, etc.), la distancia de la placa de calibres con respecto a la zona de trabajo es variable en dirección horizontal y/o en dirección vertical, permaneciendo esencialmente la posición relativa con respecto a la posición de trabajo de la instalación de mecanización.

En un desarrollo ventajoso de la invención, los puntos de referencia de la placa de calibres pueden estar configurados como taladros o bulones, que son explorados por un sensor conectado con el ordenador de la instalación de procesamiento. De manera alternativa a ello y simplificada en el diseño, los puntos de referencia de la placa de calibres pueden estar configurados como puntos reflectantes, que son explorados por un sensor de medición conectado con el ordenador de la instalación de mecanización.

Se obtiene una forma de realización especialmente sencilla en cuanto al diseño cuando el sensor de medición es componente de la cabeza de trabajo de la instalación de mecanización.

Otras configuraciones ventajosas son objeto de otras reivindicaciones dependientes y se explican en detalle a continuación con la ayuda de dibujos. En este caso:

La figura 1 muestra un robot de trabajo en vista delantera,

la figura 2 muestra el robot de trabajo representado en la figura 1 en vista lateral,

la figura 3 muestra una vista de detalle según la figura 1.

La figura 1 muestra una instalación de mecanización 2 realizada como robot de trabajo 1, cuyos diferentes segmentos 3-5 que forman el porta-herramientas se pueden mover de manera conocida en sí alrededor de una pluralidad de ejes de articulación horizontales y verticales 6-8. Al menos uno de los segmentos 5, que forman el porta-herramientas, recibe en su extremo frontal un eje de articulación horizontal 9, alrededor del cual está dispuesta de forma articulable la cabeza de mecanización 10 de acuerdo con la invención en este segmento 5. En el lado inferior, el robot de trabajo 1 está fijado sobre un carro 11, que está dispuesto de forma desplazable de acuerdo con la dirección de la flecha 12 sobre una guía del carro 13. Además, el robot de trabajo 1 recibe de manera conocida en sí una unidad de cálculo y de control 14, que realiza en primer lugar principalmente la activación de los diferentes ejes de articulación 6-9 y el desplazamiento del robot de trabajo 1 a lo largo de la guía del carro 13. Además, a la cabeza de mecanización 10, en la zona de sus órganos de trabajo 15 realizados, por ejemplo, como taladradora, está asociado el sistema de medición 16 según la invención que se describe en detalle más adelante.

A lo largo de la guía del carro, el robot de trabajo 1 se puede desplazar en una o varias llamadas zonas de trabajo 17-20. En el caso más sencillo, estas zonas de trabajo 17-20 están formadas por superficies de piezas de trabajo a mecanizar, realizando la cabeza de mecanización 10 del robot de trabajo 1 en estas zonas de trabajo 17-20, por ejemplo, taladros en las superficies de las piezas de trabajo. Para que los órganos de trabajo 15 realizados, por ejemplo, como taladradora realicen en la zona de trabajo 17-20 respectiva los taladros en el lugar deseado, estas

posiciones deseadas están depositadas como coordenadas (K) de la zona de trabajo 17-20 en la unidad de cálculo y de control 14 del robot de trabajo 1, estando relacionadas estas coordenadas (K) a un sistema de coordenadas 21 arrastrado, que determina la zona de trabajo 17-20 respectiva. Además, el robot de trabajo 1 se puede desplazar por medio de la guía del carro 13 a una zona de calibración 22, estando formada esta zona de calibración 22 por una placa de calibres 23. A la zona de calibración 22 están asociadas las llamadas coordenadas de referencia (RK) referidas a un sistema de coordenadas universal estacionario 24, que están depositadas de la misma manera en una unidad de cálculo y de control 14. De la manera acorde con la invención, las coordenadas de referencia (RK) de la zona de calibración 22 corresponden a las coordenadas (K) de la zona de trabajo 17-20, estando relacionadas las primeras con un sistema de coordenadas universal estacionario 24 y las últimas con un sistema de coordenadas 21 arrastrado. Tanto las coordenadas (K) con el sistema de coordenadas 21 arrastrado como también las coordenadas de referencia (RK) pueden ser o bien puntos de referencia 25 seleccionados de forma ficticia de la zona de trabajo 17-20 y de la zona de calibración 22 o posiciones (27) directamente concretas de taladros (28) que deben realizarse, por ejemplo, en superficies de la pieza de trabajo. En virtud de que la instalación de mecanización 2, realizada como robot de trabajo 1, se puede desplazar sobre la guía del carro 13 entre las zonas de trabajo 17-20 y la zona de calibración 22, de manera que la unidad de cálculo y de control 14 controla estas modificaciones de la posición, la instalación de mecanización 2 y en particular la cabeza de mecanización 10 asociada a ella pueden cubrir tanto las zonas de trabajo 17-20 como también la zona de calibración 22. Puesto que en la instalación de cálculo y de control 14 están depositadas, además, coordenadas (K) relevantes de las zonas de trabajo 17-20 y las coordenadas de referencia (RK) de la zona de calibración 22, la unidad de cálculo y de control 14 está en condiciones de mover la instalación de mecanización 2 tanto a las zonas de trabajo 17-20 como también en la zona de calibración 22 a posiciones determinadas por las coordenadas (K) de las zonas de trabajo 17-20 o por las coordenadas de referencia (RK) de la zona de calibración 22. De esta manera, es posible accionar la instalación de mecanización 2 de acuerdo con el procedimiento según la invención de tal manera que se puede verificar y, en caso necesario, reajustar la posición de trabajo 26 de la instalación de mecanización 2 y de la cabeza de mecanización 10 que está asociada a ella. Esto es especialmente importante porque a través de diferentes influencias externas y el aumento, condicionado por el desgaste, de desviaciones del movimiento de la instalación de mecanización 2, no se pueden activar ya correctamente incluso las coordenadas (K), definidas por la instalación de cálculo y de control 14, de las zonas de trabajo 17-20, de manera que los taladros que deben realizarse, por ejemplo, en la pieza de trabajo, se desvían poco a poco de su posición teórica. El reajuste de la instalación de mecanización 2 se realiza finalmente de tal forma que las posiciones de trabajo 26 activadas por la unidad de cálculo y de control 14 en las zonas de trabajo 17-20 en función de las coordenadas (K) respectivas se pueden comparar con las posiciones teóricas de trabajo determinadas por las coordenadas de referencia (RK) de la zona de calibración 22 y si las posiciones reales de trabajo 26 no corresponden ya con las posiciones teóricas de trabajo 26', éstas se reajustan de nuevo de acuerdo con las posiciones teóricas de trabajo 26'. A tal fin, se mueve la instalación de mecanización 2 a la zona de calibración 22, en la que adopta la posición teórica de trabajo 26' determinada por las coordenadas de referencia (RK) y corrige las coordenadas (K) de las zonas de trabajo 17-20 depositadas en la unidad de cálculo y de control 14 con la ayuda de estas coordenadas de referencia (RF), lo que corresponde en último término aun reajuste de las posiciones reales de trabajo 26 de las instalaciones de mecanización 2 y de la cabeza de mecanización 10 asociada a ella.

De acuerdo con el ejemplo de realización representado, tanto la zona de calibración 22 como también la zona de trabajo 17-20 adoptan la misma o similar posición en el espacio, estando limitada esta posición igual de acuerdo con la invención solamente a la inclinación de la zona de calibración 22 y de la zona de trabajo 17-20 en dirección horizontal y vertical. De esta manera se asegura que la instalación de mecanización 2 y la cabeza de mecanización 10 asociada a ella adopten tanto durante el recorrido de las zonas de trabajo 17-20 como también durante el recorrido de la zona de calibración 22 la misma posición de trabajo 26. Para disponer la zona de calibración 22 protegida contra las influencias perturbadoras del medio ambiente, tales como vibraciones, oscilaciones de la temperatura y contaminaciones, la zona de calibración 22 puede estar dispuesta, a diferencia de la disposición representada, desplazada en dirección vertical u horizontal con respecto a la zona de trabajo 17-20, pero aproximadamente con la misma inclinación en dirección horizontal y vertical. Para configurar de manera flexible la posición de la zona de trabajo 17-20, se definen las coordenadas (K) de las zonas de trabajo 17-20, como ya se ha mencionado, en un sistema de coordenadas 21 arrastrado, mientras que las coordenadas de referencia (RF) de la zona de calibración 22 fija se definen en un llamado sistema de coordenadas universal estacionario 24.

La desviación de las posiciones reales de trabajo 26' con respecto a las posiciones teóricas de trabajo 26 depende de una pluralidad de factores de influencia. A las influencias exteriores decisivas pertenecen, además de la temperatura del medio ambiente, sobre todo las cargas de impacto provocadas en virtud de colisiones con cuerpos que llegan al interior de la zona de movimiento de la instalación de mecanización 2. Además, los deterioros condicionados por el desgaste en la instalación de mecanización 2 propiamente dicha conducen a que se eleve, entre otras cosas, el juego en los diferentes cojinetes, lo que tiene una influencia considerable sobre el ciclo de movimiento de la instalación de mecanización 2 y, por lo tanto, sobre la consecución de las posiciones de trabajo predefinidas, determinadas por las diferentes coordenadas (K, RK), de los órganos de trabajo 15. Puesto que el desgaste se determina en una medida decisiva por el movimiento de la instalación de procesamiento 2, puede ser conveniente realizar el procedimiento de acuerdo con la invención en función del tiempo a intervalos regulares o irregulares, entendiendo aquí de manera conveniente horas de funcionamiento o intervalos de tiempo fijos. Pero, además, también puede ser conveniente realizar el procedimiento de acuerdo con la invención siempre que la

instalación de mecanización 2 esté expuesta a cargas de impacto elevadas, por ejemplo en virtud de colisiones, o la instalación de mecanización 2 esté sometida a oscilaciones altas de la temperatura. Las oscilaciones de la temperatura se pueden determinar en este caso, por una parte, a través de las oscilaciones de la temperatura ambiental o a través del calentamiento condicionado por el funcionamiento de la instalación de mecanización 2.

5 Para posibilitar la ejecución del procedimiento de acuerdo con la invención por razones de eficiencia en tiempo muy corto, las coordenadas de referencia (RK) pueden reproducir solamente una parte de los puntos de trabajo (27, 28) determinados a través de las coordenadas (K) de las zonas de trabajo 17-20, de manera que el proceso de ajuste se limita a esta selección de puntos de trabajo (27, 28). Por ejemplo, a través de interpolación se pueden determinar  
10 puntos de trabajo (27, 28), sin que sea necesaria para ello una modificación de la posición de la instalación de mecanización 2.

Como ya se ha descrito, la zona de calibración 22 se forma por una placa de calibres 23, de manera que la inclinación horizontal y vertical de la placa de calibres 23 corresponde igualmente a la inclinación horizontal y vertical de las zonas de trabajo 17-20, de modo que la instalación de mecanización 2 con la cabeza de mecanización 10  
15 asociada a ella adopta aproximadamente la misma posición de trabajo 26 tanto en la zona de la placa de calibres 23 como también en las zonas de trabajo 17-20.

De acuerdo con la configuración, la placa de calibres 23 puede estar provista también con un retículo de puntos de referencia 29, de manera que los puntos de trabajo (27, 28) que no coinciden con estos puntos de referencia 29 se pueden determinar de nuevo a través de interpolación. La disposición de un retículo de puntos de referencia 29 tiene  
20 especialmente la ventaja de que se pueden reproducir zonas de trabajo 17-20 grandes por una única zona de calibración 22, de manera que el proceso de calibración se puede limitar, de acuerdo con la posición de los puntos de trabajo (27, 28) a zonas (30) totalmente determinadas de la zona de calibración 22, de modo que se asegura siempre que también en el caso de puntos de trabajo (27, 28) alejados entre sí, la instalación de mecanización 2 adopta durante el proceso de calibración posiciones de trabajo 26, que corresponden a las posiciones en la zona de  
25 trabajo 17-20.

En otra configuración ventajosa está previsto que la placa de calibres 23 sea desplazable en dirección horizontal y vertical sin una modificación de la inclinación, de manera que, por una parte, se puede emplear en diferentes instalaciones de mecanización 1, 2 y, además, en condiciones exteriores desfavorables, se puede llevar en una y la  
30 misma instalación de mecanización 1, 2 a una posición más protegida, por ejemplo. Para poder adaptar la placa de calibres 23, además, a zonas de trabajo 17-20 posicionadas de forma diferente, se puede modificar la placa de calibres 23, además, en su inclinación de acuerdo con las direcciones de las flechas 31, 32, siendo realizada la modificación de la inclinación de tal forma que las nuevas zonas de trabajo 17-20 y la nueva zona de calibración 22 presentan de nuevo la misma inclinación, de manera que la instalación de mecanización 2 y la cabeza de  
35 mecanización 10 asociada a ella adoptan aproximadamente la misma posición de trabajo 26 tanto durante la transición de las zonas de trabajo 17-22 como también de la zona de calibración 22.

Para que los puntos de referencia 29 puedan ser explorados de manera sencilla por un sensor 33 conectado con la unidad de cálculo y de control 14 y dispuesto en la cabeza de mecanización 10 de la instalación de mecanización 2, los puntos de referencia 29 están realizados en el caso más sencillo como taladros 34 o bulones de enchufe 35.  
40 Para mantener lo más reducido posible el gasto para la realización de los puntos de referencia 29 en la placa de calibres 23, los puntos de referencia 29 se pueden aplicar también como puntos reflectantes 36 sobre la placa de calibres 23, que son detectados entonces, por ejemplo, por un sensor óptico 33.

**Lista de signos de referencia**

- 1 Robot de trabajo
- 2 Instalación de mecanización
- 45 3 Segmento
- 4 Segmento
- 5 Segmento
- 6 Eje de articulación
- 7 Eje de articulación
- 50 8 Eje de articulación
- 9 Eje de articulación
- 10 Cabeza de mecanización

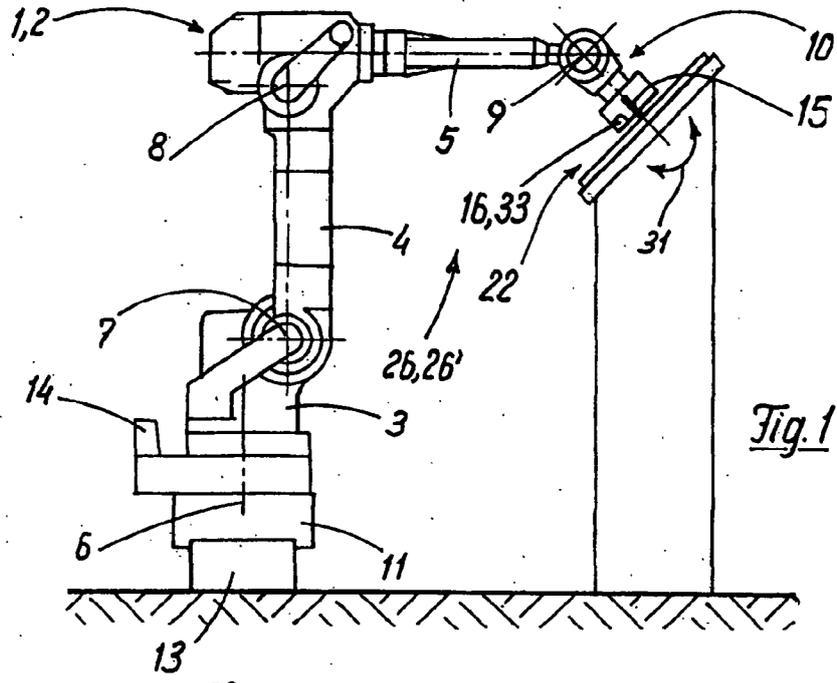
	11	Carro
	12	Dirección de la flecha
	13	Guía del carro
	14	Unidad de cálculo y de control
5	15	Órgano de trabajo
	16	Sistema de medición
	17	Zona de trabajo
	18	Zona de trabajo
	19	Zona de trabajo
10	20	Zona de trabajo
	21	Sistema de coordenadas
	22	Zona de calibración
	23	Placa de calibres
	24	Sistema de coordenadas universal
15	25	Punto de referencia
	26	Posición de trabajo
	26'	Posición de trabajo
	27	Posición concreta
	28	Taladro
20	29	Punto de referencia
	30	Zona
	31	Dirección de la flecha
	32	Dirección de la flecha
	33	Sensor
25	34	Taladro
	35	Bulón de enchufe
	36	Punto reflectante
	K	Coordenadas
	RK	Coordenadas de referencia

**REIVINDICACIONES**

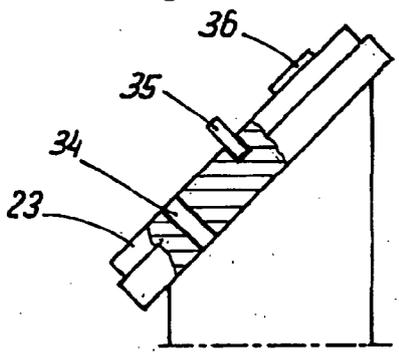
- 1.- Procedimiento para mejorar la exactitud de posicionamiento de una instalación de mecanización de varios ejes con al menos una cabeza de mecanización, en el que la modificación de la posición de la instalación de mecanización y de la cabeza de mecanización asociada a ella es controlada por medio de un ordenador, y se verifica y, dado el caso, se reajusta una posición de trabajo (26, 26') activada por la unidad de cálculo y de control (14) de la instalación de procesamiento (1, 2) de la instalación de mecanización (1, 2) y de la al menos una cabeza de mecanización (10) asociada a ella, caracterizado porque la verificación y, dado el caso, el reajuste se realiza de tal forma que las coordenadas (K) de la zona de trabajo (17-20) de la al menos una cabeza de mecanización (10) son ajustadas a coordenadas de referencia (RK) de una zona de calibración (22) y la zona de trabajo (17-20) y la zona de calibración (22) están dispuestas de tal manera entre sí que la instalación de mecanización (1, 2) y la al menos una cabeza de mecanización (10) asociada a ella adoptan esencialmente la misma o similar posición de trabajo (26) durante la transición de la zona de trabajo (17-20) y de la zona de calibración (22).
- 2.- Procedimiento para mejorar la exactitud de posicionamiento de una instalación de mecanización de varios ejes de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizado porque las coordenadas (K) de la zona de trabajo (17-20) están definidas en un sistema de coordenadas (21) arrastrado y las coordenadas de referencia (RK) de la zona de calibración (22) para al menos una posición de trabajo (26) están definidas en un sistema de coordenadas universal estacionario (24).
- 3.- Procedimiento para mejorar la exactitud de posicionamiento de una instalación de mecanización de varios ejes de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque las coordenadas (K) de la zona de trabajo (17-20) y las coordenadas de referencia (RK) de la zona de calibración (22) están depositadas en la unidad de cálculo y de control (14) de la instalación de mecanización (1, 2).
- 4.- Procedimiento para mejorar la exactitud de posicionamiento de una instalación de mecanización de varios ejes de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el proceso de calibración se realiza a intervalos de tiempo regulares o irregulares.
- 5.- Procedimiento para mejorar la exactitud de posicionamiento de una instalación de mecanización de varios ejes de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el proceso de calibración se realiza en función de parámetros predeterminados, como por ejemplo el tiempo y/o las modificaciones de la temperatura y/o las cargas de impacto.
- 6.- Procedimiento para mejorar la exactitud de posicionamiento de una instalación de mecanización de varios ejes de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la zona de trabajo (17-20) comprende una pluralidad de puntos de trabajo (27, 28) como puntos de referencia (25, 29), en el que las coordenadas (K) de los puntos de trabajo (27, 28) no reproducidas en la zona de calibración (22) por puntos de referencia (25, 29) se determinan por cálculo por medio de interpolación.
- 7.- Dispositivo para mejorar la exactitud de posicionamiento de una instalación de mecanización de varios ejes de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la zona de calibración (22) que reproduce la zona de trabajo (17-20) se forma por una placa de calibres (23) con una pluralidad de puntos de referencia (25, 29), en el que los puntos de referencia (25, 29) son al menos una selección de los puntos de trabajo (27, 28) definidos en la zona de trabajo (17-20).
- 8.- Dispositivo para mejorar la exactitud de posicionamiento de una instalación de mecanización de varios ejes de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la posición de la placa de calibres (23) está adaptada a la posición de la zona de trabajo (17-20) de tal manera que la instalación de procesamiento (1, 2) y la al menos una cabeza de mecanización (10) asociada a ella adoptan esencialmente la misma posición de trabajo (26) en la zona de la placa de calibres (23) y en la zona de trabajo (17-20).
- 9.- Dispositivo para mejorar la exactitud de posicionamiento de una instalación de mecanización de varios ejes de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los puntos de referencia (25, 29) sobre la placa de calibres (23) están diseñados como retículo superficial (29) y las coordenadas de trabajo (K) reales, que se encuentran entre ellas, de la instalación de mecanización (1, 2) se determina por medio de interpolación.
- 10.- Dispositivo para mejorar la exactitud de posicionamiento de una instalación de mecanización de varios ejes de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la distancia de la placa de calibres (23) con respecto a la zona de trabajo (17-20) es variable en dirección horizontal y/o vertical, en el que se mantiene esencialmente la posición relativa con respecto a la posición de trabajo (26) de la instalación de procesamiento (1, 2).
- 11.- Dispositivo para mejorar la exactitud de posicionamiento de una instalación de mecanización de varios ejes de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la inclinación de la placa de calibres (23) se puede adaptar a la inclinación de la zona de trabajo (17-20).

- 12.- Dispositivo para mejorar la exactitud de posicionamiento de una instalación de mecanización de varios ejes de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los puntos de referencia (25, 29) de la placa de calibres (23) están configurados como taladros (34) o bulones (35), que son explorados por un sensor (33) conectado con la unidad de cálculo y de control (14) de la instalación de procesamiento (1, 2).
- 5 13.- Dispositivo para mejorar la exactitud de posicionamiento de una instalación de mecanización de varios ejes de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los puntos de referencia (25, 29) de la placa de calibres (23) están configurados como puntos reflectantes (36), que son explorados por un sensor (33) conectado con la unidad de cálculo y de control (14) de la instalación de procesamiento (1, 2).
- 10 14.- Dispositivo para mejorar la exactitud de posicionamiento de una instalación de mecanización de varios ejes de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el sensor (33) es componente de la cabeza de trabajo (10) de la instalación de mecanización (1, 2).
- 15.- Dispositivo para mejorar la exactitud de posicionamiento de una instalación de mecanización de varios ejes de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la instalación de mecanización (1, 2) dispone de una pluralidad de cabezas de mecanización (10).

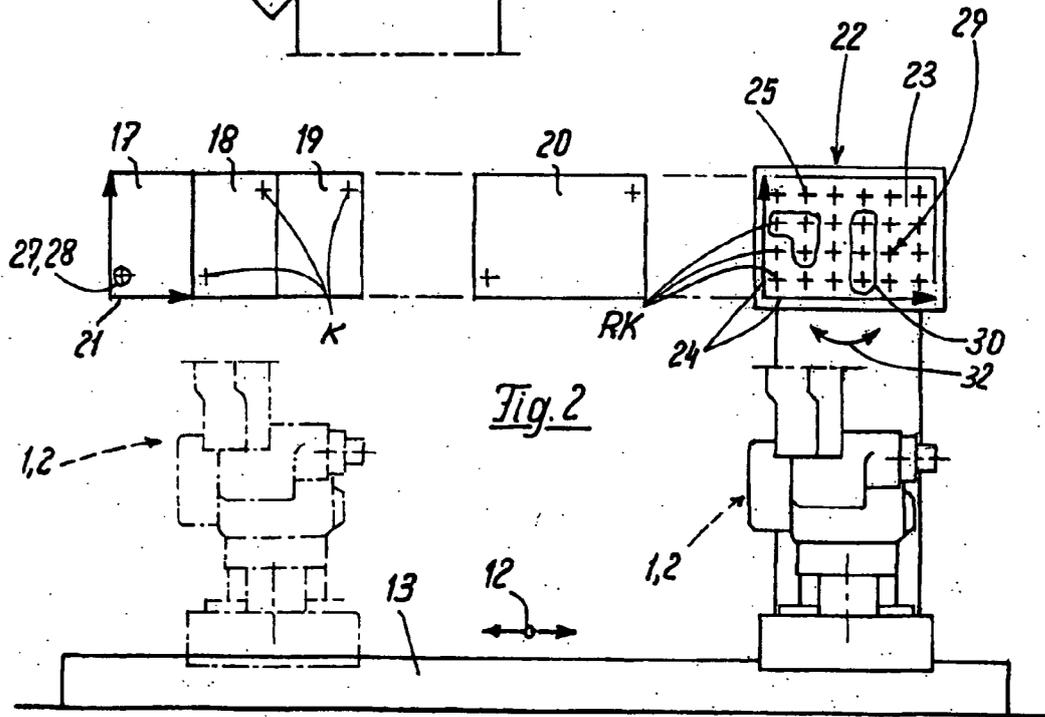
15



*Fig. 1*



*Fig. 3*



*Fig. 2*