



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 299 744**

(51) Int. Cl.:
G05B 19/18 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **03785630 .9**

(86) Fecha de presentación : **17.10.2003**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1556744**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **27.07.2005**

(54) Título: **Sistema de control computerizado de datos neutros para una máquina herramienta destinada a fabricar piezas de trabajo con superficie envolvente helicoidal y máquina herramienta correspondiente.**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.06.2008

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.06.2008

(73) Titular/es: **Trinary Anlagenbau GmbH**
Klagenfurter Strasse 42
41061 Mönchengladbach, DE

(72) Inventor/es: **Blumberg, Manfred;**
Dirrichs, Stefan;
London, Wolfgang y
Töpfer, Gary

(74) Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

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

Sistema de control computerizado de datos neutros para una máquina herramienta destinada a fabricar piezas de trabajo con superficie envolvente helicoidal y máquina herramienta correspondiente.

La presente invención concierne a un sistema de control computerizado de datos neutros para una máquina herramienta con sistema informático, programa informático y productos de programa informático, así como a una máquina herramienta correspondiente.

En la fabricación de máquinas herramientas ocurre hoy en día que, ante la circunstancia de procesos de fabricación cada vez más entrelazados y de su estandarización en la industria, pasa a primer término el problema de incorporar también en este proceso los sistemas informáticos necesarios para el control de las máquinas herramientas. Es aquí un objetivo, hasta donde sea técnicamente posible, prever sistemas unitarios de control de las máquinas que le ofrezcan al usuario -por ejemplo, al cambiar un tipo concreto de máquina o bien para la conservación mejorada de datos y su archivado- una homogeneidad lo mayor posible de los parámetros de control de las máquinas para los productos derivados de su programa de piezas de trabajo.

Tales enfoques son perseguidos ya desde hace algún tiempo para diferentes tipos de máquinas herramientas y así también para máquinas talladoras de dentados de ruedas cónicas, a las cuales se dirige aquí la atención.

Para las máquinas talladoras de dentados de ruedas cónicas existen aquí, por ejemplo, soluciones en las que los parámetros de control de máquina allí existentes de una familia entera de máquinas se combinan en un modelo de datos unitario con todos los ejes a controlar que entran en consideración en la familia de máquinas, cuyo modelo se reproduce después en cada caso particular en la respectiva máquina real - siempre que esto sea posible, es decir que estén realmente presentes también los ejes controlados con los parámetros de control de las máquinas.

Por el contrario, no existe un sistema de esta clase -aun cuando, por supuesto, es también aquí deseable por los motivos anteriormente indicados- para máquinas talladoras de dentados destinadas al fresado o rectificado de forma de piezas de trabajo con superficie envolvente helicoidal, es decir, especialmente ruedas dentadas rectas, tornillos sin fin y rotores.

La razón de ello reside en una dificultad técnica especial que se puede superar con el rectificado de forma de estas piezas de trabajo: Los sistemas de posicionamiento multieje, como los que necesitan también las máquinas herramientas, requieren la sincronización entre los distintos movimientos de modo que se recorra una curva definida en el espacio tridimensional. Esto se consigue haciendo que uno de los ejes no sólo sirva para su propio posicionamiento, sino que, actuando como eje de mando o de guía, sirva también para la sincronización de los demás ejes que han de posicionarse.

Un procedimiento de esta clase según el estado de la técnica se encuentra, por ejemplo, en el documento EP 0 784 525, el cual concierne a un procedimiento para producir modificaciones de los flancos de los dientes en ruedas dentadas cónicas. Los ejes allí existentes se controlan preferiblemente por medio de una función polinómica de la forma

$$f(\Theta) = a_0 + \frac{a_1}{1!} \cdot \Delta\Theta + \frac{a_2}{2!} \cdot \Delta\Theta^2 + \frac{a_3}{3!} \cdot \Delta\Theta^3 + \frac{a_4}{4!} \cdot \Delta\Theta^4$$

en la que $f(\Theta)$ es la función de posicionamiento para el respectivo eje a controlar en dependencia del movimiento del eje de mando Θ . Los coeficientes a_0 , a_1 , a_2 , a_3 y a_4 sirven aquí como parámetros adicionales del control de posición del respectivo eje controlado por la función $f(\Theta)$.

Como eje de mando sirve aquí siempre según el estado de la técnica uno de los ejes mecánicos controlables de la máquina herramienta. En máquinas talladoras de dentados de ruedas cónicas que trabajan según el procedimiento de generación y que, por tanto, al igual que ocurre también en el caso del documento EP 0 784 525, presentan una cuna, se emplea usualmente esta cuna siempre necesaria como eje de mando y, por tanto, su movimiento evolvente se emplea como movimiento de guía para sincronizar los demás movimientos de los ejes. De esta manera, existe siempre -con independencia también de la configuración concreta restante del respectivo tipo de máquinas- un eje de la máquina que, condicionado por el proceso de generación, puede ser empleado unitariamente como eje de mando.

Por el contrario, para máquinas rectificadoras de forma que no presentan ninguna cuna ni tampoco ningún eje comparable, ocurre que, para el caso de un intento de unificación de los parámetros de control de la máquina para tipos de máquina diferentes, se plantea enseguida el problema de la elección adecuada de tal eje de conducción unitario o bien la cuestión de la eventual renuncia al mismo.

Como es natural, es aquí posible en principio prescindir de tal eje de mando unitario e indicar en su lugar, en los parámetros de control de la máquina, el respectivo eje empleado en cada caso particular como eje de mando. La creación de esta posibilidad puede llevar ya a una cierta unificación de los parámetros de control de la máquina. No

obstante, esto es insatisfactorio, ya que entonces, en el caso de un cambio del tipo de máquina a una máquina que no presenta el eje de mando seleccionado, no sólo se plantea el problema de establecer nuevos parámetros de control de la máquina para el eje de mando, sino que, además, debido a las dependencias presentadas anteriormente indicadas de los demás ejes respecto del eje de mando, se sigue haciendo necesario enseguida generar también nuevos parámetros de control de la máquina para todos los demás ejes dependientes del eje de mando. Por el contrario, cuando no está presente otro eje que el eje de mando, se puede intentar entonces conseguir el resultado de posicionamiento del mismo en la pieza de trabajo controlando de manera correspondiente por medio de parámetros de control de la máquina otros ejes adicionales que estén ahora presentes en lugar del mismo en el nuevo tipo de máquina, permaneciendo intactos los restantes ejes con sus respectivos parámetros de control de la máquina.

Así se puede sustituir entonces, por ejemplo, un eje de basculación posicionable no existente para hacer bascular la pieza de trabajo y la herramienta una respecto de otra por medio de un giro del eje de la herramienta en vertical por un eje de basculación para hacer bascular la pieza de trabajo y la herramienta una respecto de otra por medio de un giro del eje de la pieza de trabajo en horizontal, sin que resulten afectados los parámetros de control de la máquina, por ejemplo de un eje de aproximación radial o de un eje de giro posicionable de una cabeza de sujeción para hacer girar la pieza de trabajo en el portapiezas de trabajo.

Sin embargo, condición previa para ello es que se pueda indicar un eje de mando unitario para el concepto total de control de todos los tipos de máquina que entran en consideración. Como ya se ha indicado más arriba, esto fracasa en el caso de máquinas rectificadoras de forma debido a que aquí -en contraste con máquinas que trabajan según un procedimiento de generación- no existe ningún movimiento evolvente básicamente necesario siempre que sea capaz de servir siempre como movimiento de mando.

Por tanto, es cometido de la presente invención indicar un sistema de control computerizado para una máquina herramienta destinada a la fabricación de piezas de trabajo con superficie envolvente helicoidal, que permita un empleo de los respectivos parámetros de control de la máquina para diferentes tipos de máquina con diferentes ejes controlables de modo que, al efectuar un cambio de la máquina a controlar -en el marco de lo geométricamente posible- se tengan que formar de nuevo el menor número posible de parámetros de control de la máquina para controlar los ejes.

Esto se consigue por medio de una máquina herramienta multieje para fabricar piezas de trabajo con superficie envolvente helicoidal según la reivindicación 1.

De esta manera, se crea un eje virtual adicional que no controla él mismo ningún eje mecánico de la máquina herramienta, pero que, no obstante, es capaz de sincronizar otros ejes. Esto puede realizarse de la manera siguiente, por ejemplo por medio de un polinomio dependiente solamente del tiempo:

$$L_{virt}(t) = a_{virt.,0} + a_{virt.,1} \cdot t + a_{virt.,2} \cdot t^2 + a_{virt.,3} \cdot t^3$$

y ello concretamente sin que se emplee el valor así obtenido $L_{virt}(t)$ para el control directo de un eje mecánico de la máquina herramienta. Por el contrario, este valor interviene, por ejemplo, como sigue:

$$Poseje_1(L_{virt}(t)) = a_{1,0} + a_{1,1} \cdot L_{virt}(t) + a_{1,2} \cdot L_{virt}(t)^2 + a_{1,3} \cdot L_{virt}(t)^3$$

$$Poseje_2(L_{virt}(t)) = a_{2,0} + a_{2,1} \cdot L_{virt}(t) + a_{2,2} \cdot L_{virt}(t)^2 + a_{2,3} \cdot L_{virt}(t)^3$$

$$Poseje_3(L_{virt}(t)) = a_{3,0} + a_{3,1} \cdot L_{virt}(t) + a_{3,2} \cdot L_{virt}(t)^2 + a_{3,3} \cdot L_{virt}(t)^3$$

con efecto de sincronización en la formación de los valores de posición $Poseje_i$ (aquí tres ejes, es decir, $i = 1$ a 3) empleados realmente para el control de los ejes mecánicos.

Por tanto, debido a la previsión de tal eje virtual, la formación de las posiciones de eje para el control de los ejes mecánicos puede mantenerse completamente independiente de cualquier movimiento real de cada eje de la máquina herramienta, con lo que resulta así posible que, al efectuar un cambio de la máquina a controlar -en el marco de lo geométricamente posible- se formen entonces de nuevo solamente los parámetros de control de la máquina que sirven para controlar ejes que están adicionalmente presentes en la nueva máquina. Por el contrario, se pueden conservar los parámetros de control de la máquina para ejes que cabe encontrar antes y después del cambio de la máquina. En el caso de los polinomios anteriormente indicados, esto quiere decir, por ejemplo, que no tienen que formarse de nuevo los coeficientes a_{ij} para estos ejes que definen la curva de su trayectoria.

Respecto del término de eje virtual aquí empleado, cabe hacer notar, en vista del empleo de este término en el estado de la técnica, que aquí se presenta una formación de término unitaria en cuanto que se trata de un eje formado solamente en el respectivo dispositivo de control y/o regulación empleado, que no tiene pareja directa en los ejes mecánicos realmente existentes de la respectiva máquina herramienta. Sin embargo, existen aquí diferencias con el estado de la técnica, por ejemplo según el documento DE 42 91 619 C2, que corresponde al documento US 5 604 677, en el sentido de que el eje virtual allí existente (denominado allí a veces también eje informático) se combina en

cierto modo en cuanto al software a partir de los ejes mecánicos reales allí existentes. Frente a esto, el eje virtual en el sentido de la invención que aquí se presenta no sirve para un control propio de ejes mecánicos y, en particular, no sirve para una síntesis del software de ejes adicionales que no encuentran ninguna correspondencia en la realidad mecánica de la máquina herramienta a controlar, sino que solamente sirve para la sincronización del control de otros ejes.

Por consiguiente, se consigue también el resultado satisfactorio conforme a la invención por medio de un procedimiento según la reivindicación 28, en el que se parametriza primeramente un eje virtual como eje de mando para otros ejes y seguidamente, durante el funcionamiento de la máquina para mecanizar la pieza de trabajo, se activan los respectivos ejes mecánicos con el dispositivo de control y/o regulación por medio de una función o relación libremente seleccionable que depende del valor del eje virtual parametrizado como eje de mando para otros ejes, formado con el dispositivo de control y/o regulación por medio de una función o relación libremente seleccionable dependiente del tiempo, y que depende también del valor de otros parámetros, para conseguir así con ayuda del eje de mando virtual la sincronización entre las posiciones de los ejes.

Preferiblemente, la máquina herramienta multieje según la invención presenta al menos cinco ejes mecánicos controlables para posicionar la pieza de trabajo y la herramienta una con relación a otra, lo que hace posible la fabricación de piezas de trabajo dotadas de simetría de revolución. Si se quiere fabricar también piezas de trabajo carentes de simetría de revolución, tal como, por ejemplo, tornillos sin fin, se requiere entonces al menos un eje adicional que esté previsto para bascular en horizontal la pieza de trabajo y la muela abrasiva una respecto de otra, tal como se podrá ver más adelante.

De manera especialmente preferida, la máquina herramienta multieje según la presente invención se caracteriza porque como herramienta está prevista una muela abrasiva y como ejes mecánicos están previstos al menos

- un eje de aproximación radial posicionable, también designado con χ , para la muela abrasiva,

- un carro de rectificado ortogonalmente posicionable en horizontal con relación al eje de aproximación radial, también designado con ξ , para posicionar la muela abrasiva en la dirección de desplazamiento del carro de rectificado,

- un eje de giro posicionable, también designado con β , de una cabeza de sujeción para hacer girar la pieza de trabajo en el portapiezas de trabajo,

- un eje de basculación posicionable, también designado con τ , para hacer bascular la pieza de trabajo y la muela abrasiva una respecto de otra por medio de un giro del eje de la muela abrasiva o de su proyección paralela en el plano vertical, también designado con B, y

- un eje de giro, también designado ω , para el accionamiento de la muela abrasiva.

Como eje mecánico puede estar previsto también un eje de desplazamiento posicionable, también designado con δ , para controlar una posición de avance de la muela abrasiva a lo largo del eje de dicha muela.

Preferiblemente, la máquina herramienta multieje según la invención presenta igualmente un eje de basculación, también designado con Φ , como eje mecánico para hacer bascular la pieza de trabajo y la muela abrasiva una respecto de otra por medio de un giro del eje de dicha muela abrasiva o de su proyección paralela en el plano horizontal, también designado con A, lo que permite también la fabricación ya discutida de piezas de trabajo carentes de simetría de revolución.

Como alternativa o bien adicionalmente, esto puede conseguirse igualmente por medio de un eje de basculación mecánico, designado también con γ , para hacer bascular la pieza de trabajo y la muela abrasiva una respecto de otra por medio de un giro del eje de la pieza de trabajo o de su proyección paralela en el plano horizontal, también designado con A.

Asimismo, puede estar previsto igualmente como eje mecánico un eje de desplazamiento, también designado con η , que sirve para el desplazamiento vertical de la pieza de trabajo y la muela abrasiva una respecto de otra.

El propio eje virtual es formado por el dispositivo de control y/o regulación mediante una función o relación libremente seleccionable que depende del tiempo.

La presente invención, que forma el eje virtual por medio de una función o relación libremente seleccionable, presenta también algunas ventajas especiales:

En el rectificado de piezas de trabajo con superficie envolvente helicoidal, como especialmente ruedas dentadas rectas (con una superficie helicoidal que, en ciertas circunstancias, presenta también una pendiente de cero del filete de rosca, es decir, en dentados rectos), tornillos sin fin o rotores, ocurre frecuentemente que aquí no es suficiente a menudo un único eje de mando no virtual para todo el proceso de fabricación de la pieza de trabajo, ya que su movimiento de guía o de mando resulta a menudo, en atención a la precisión numérica limitada en la realidad, demasiado mínimo para poder calcular aún en dependencia del mismo funciones (o relaciones) de control con un movimiento suficiente para los demás ejes. Esto resulta ser especialmente claro, por ejemplo, para el caso en el que se emplea como eje de mando,

por ejemplo, un carro de rectificado ortogonalmente posicionable en horizontal con relación a un eje de aproximación radial para efectuar el posicionamiento de la muela abrasiva en la dirección de desplazamiento de dicho carro de rectificado y entonces hay que fresar en la pieza de trabajo, por ejemplo como remate de una superficie envolvente helicoidal, un canto que discurre ortogonalmente al eje de giro de la pieza de trabajo, tal como ocurre, por ejemplo, en piezas de trabajo que presentan varias superficies helicoidales separadas una de otra, por ejemplo, por tramos de ejes redondos o diferentes al menos de la geometría de éstos. (En este contexto, cabe consignar que piezas de trabajo con tales superficies helicoidales parciales o zonales se consideran también como piezas de trabajo con superficie envolvente helicoidal en el sentido de la presente invención.) En efecto, en el caso antes citado, el movimiento del carro de rectificado viene a detenerse completamente en el lugar de emplazamiento de la perpendicular al eje de la pieza de trabajo y, por tanto, no puede servir ya como movimiento de guía ni siquiera con una resolución numérica ilimitada; por tanto, el carro de rectificado resulta inservible como eje de mando en este lugar. Por consiguiente, es necesario realizar en tales lugares un cambio de eje de mando, lo que dificulta aún más la obtención de parámetros unitarios de control de la máquina para modelos de máquina diferentes, ya que entonces, en el caso de un cambio de tipo de máquina, se presentan, en ciertas circunstancias, para cada eje de mando empleado las dificultades de adaptación a la nueva máquina ya mencionadas al principio. Además, cabe hacer notar que tal cambio de eje conduce siempre también -en el lugar de emplazamiento de la pieza de trabajo en donde se realiza dicho cambio, debido a la discontinuidad inherente del control de los ejes como consecuencia del cambio mencionado- a huellas de fabricación no deseadas en la pieza de trabajo a confeccionar.

Si se forma ahora el eje virtual según la presente invención por medio de una función o relación libremente seleccionable, esto puede llevarse a cabo entonces de modo que este eje de mando virtual sea apto durante todo el proceso de fabricación sin cambio de eje de mando, puesto que de esta manera se puede evitar toda dependencia del eje de mando originada por el proceso de fabricación a consecuencia de la completa libertad de elección del mismo. De esta manera, la presente invención es ventajosamente adecuada también para el caso del funcionamiento de uno solo de los tipos de máquina que entran en consideración, puesto que en este caso no se presentan ya problemas de cambio de eje de mando de la clase discutida al principio cuando se emplea el eje virtual libremente seleccionable según la invención y, por tanto, no se manifiestan ya tampoco en las piezas de trabajo defectos que se produzcan a consecuencia de ello. Por el contrario, si se elige fijo el eje de mando virtual, no se pueden excluir entonces hasta donde sea posible dependencias condicionadas por el proceso, lo que puede conducir después a los sistemas ya mencionados desfavorablemente condicionados en el aspecto numérico.

Como función libremente seleccionable entra en consideración especialmente, como ya se ha expuesto también en el ejemplo anteriormente indicado, una función polinómica, pero, por ejemplo, también una relación circular. Una relación libremente seleccionada puede ser definida también por una tabla de valores.

El control del respectivo eje mecánico por parte del dispositivo de control y/o regulación se efectúa por medio de una función o relación libremente seleccionable, de tal manera que, como ya se ha expuesto también al principio, el respectivo eje mecánico depende del valor de un eje virtualmente formado, que funciona como eje de mando, para conseguir la sincronización entre las posiciones de los ejes.

Para controlar los valores de posición deseados se hace también que el respectivo eje dependa aquí del valor de otros parámetros. Como ya se ha expuesto, puede servir aquí como función libremente seleccionable una función polinómica que dependa también del valor de uno de los ejes virtuales y de los coeficientes del polinomio.

Sin embargo, como relación libremente seleccionable para el respectivo eje mecánico es adecuada también una función circular que dependa del valor de unos de los ejes virtuales y de las constantes del círculo, preferiblemente un radio del círculo y un centro determinado por un par de coordenadas, así como una dirección de giro.

Lo mismo se cumple para el control del respectivo eje mecánico, el cual se realiza por parte del dispositivo de control y/o regulación por medio de una relación libremente seleccionable que viene dada por una tabla de coordenadas, y otro tanto ocurre para todas las demás funciones y/o relaciones que parezcan adecuadas para conseguir la geometría deseada de la pieza de trabajo.

En el caso del empleo de una relación formada por una tabla de coordenadas, ésta se forma preferiblemente por medio de una coordenada X, una coordenada Y y un ángulo con la normal, preferiblemente considerado en un corte frontal.

En otra forma de realización preferida según la presente invención la máquina herramienta multieje se caracteriza porque está prevista también una memoria en la que están almacenados parámetros de control de la máquina a los cuales se accede por parte del dispositivo de control y/o regulación, lo que hace posible una materialización flexible de la presente invención por medio de un sistema de control computerizado.

En efecto, en esta memoria puede preverse una estructura de datos que permita la parametrización del eje virtual como eje de mando para otros ejes, siendo posible también que se presente aquí una estructura de datos que permita también la parametrización de algún eje mecánico como eje de mando para otros ejes, por ejemplo para que se puedan emplear también parámetros anteriores de control de la máquina no ajustados todavía al sistema de control computerizado según la invención.

En la memoria pueden archivar-se igualmente de forma flexible la definición de función o de relación para la formación del eje virtual y también la definición de función o de relación para el control del respectivo eje mecánico por medio del dispositivo de control y/o regulación.

Para la identificación de tipos de función o de relación previamente definidos pueden servir en este caso campos de datos que se empleen para la definición de función o de relación del respectivo eje mecánico. Esta definición previa de tipos de función y/o de relación frecuentemente empleados facilita aquí el archivado de la definición en la memoria. Como tipos de funciones previamente definidos de esta manera entran en consideración preferiblemente, por ejemplo, una función polinómica, por ejemplo de sexto grado, con coeficientes del polinomio como parámetros o bien nuevamente una función circular con radio del círculo y un centro proporcionado por un par de coordenadas, así como una dirección de giro como parámetros. Sin embargo, como tipo de relación puede estar previamente definida también una tabla de coordenadas con coordenadas como parámetros, empleándose preferiblemente como coordenadas en cada caso una coordenada X, una coordenada Y y un ángulo con la normal, preferiblemente considerado en un corte frontal.

En otra forma de realización preferida de una máquina herramienta multieje según la presente invención se presenta en la memoria en la que están almacenados parámetros de control de la máquina a los que se accede de parte del dispositivo de control y/o regulación, una estructura de datos que está prevista para recoger una identificación del flanco de la pieza de trabajo mecanizado por el control del respectivo eje mecánico por medio del dispositivo de control y/o regulación, preferiblemente una identificación para un flanco derecho o un flanco izquierdo. Este parámetro lo necesita la máquina en el caso de muelas abrasivas de configuración no simétrica, tal como, por ejemplo, para la fabricación de tornillos sin fin, a fin de atacar el respectivo flanco con el lado correcto de la herramienta. Este parámetro de control hace posible también un control o regulación de fuerza correspondiente al respectivo flanco.

Preferiblemente, en la memoria en la que están almacenados parámetros de control de la máquina a los que se accede de parte del dispositivo de control y/o regulación, se presenta también una estructura de datos que combina al menos un grupo de parámetros de control de la máquina -que corresponde a una zona parcial de la pieza de trabajo- formando un segmento bajo una identificación de segmento común, preferiblemente un número de segmento, estando preferiblemente combinado siempre en forma de segmento un grupo de parámetros de control de la máquina en los que el mismo eje está parametrizado como eje de mando.

La estructuración de los parámetros de control de la máquina en forma de segmentos hace posible que una segmentación de la pieza de trabajo existente en la realidad se reproduzca también en la estructuración de los parámetros de control de la máquina, lo que mejora su claridad y, por tanto, también la posibilidad de su asignación a entradas de corte de la pieza de trabajo.

Por tanto, las formas de realización anteriormente descritas de una máquina herramienta multieje según la invención con una memoria sirven para reproducir parámetros de control de la máquina en esta memoria, los cuales, durante el funcionamiento de la máquina, ponen en marcha funciones de la máquina para la fabricación de piezas de trabajo. Sin embargo, esto puede realizarse no solo por un archivado en la memoria de la máquina, sino también por la lectura de un soporte de datos provisto de parámetros de control de máquina correspondientes, tal como, por ejemplo, un disquete, un CD o bien un DVD, o bien por la lectura de una señal portadora electrónica con estos parámetros de control de la máquina y el ingreso del contenido de esta lectura en la máquina herramienta multieje según la invención, por ejemplo a través de una línea de datos, tal como la que se emplea preferiblemente también en una red de datos. Este soporte de datos o esta señal portadora de datos está estructurado según la invención que aquí se presenta para leer los datos anteriormente descritos estructurados según la invención e ingresarlos en la máquina herramienta multieje según la invención para realizar el control de la misma de conformidad con la invención que aquí se presenta.

En cualquier caso, este soporte de datos o esta señal portadora electrónica según la reivindicación 29 está parametrizada conforme a la invención con parámetros de control de la máquina para su ingreso por lectura en una máquina herramienta multieje, controlando el soporte de datos o la señal portadora electrónica la máquina herramienta por medio de esta estructura de datos durante la lectura o después de la lectura según el procedimiento de la invención anteriormente indicado.

Sirve también para la realización de la presente invención un procedimiento destinado a generar parámetros de control de máquina para una máquina herramienta multieje, que se caracteriza según la invención porque genera un soporte de datos o una señal portadora electrónica con parámetros de control de máquina como se ha expuesto anteriormente. Por supuesto, este procedimiento puede estar materializado también en un sistema informático con al menos una unidad de proceso de datos y al menos una memoria, usualmente, por ejemplo, como un programa informático, presentando éste las instrucciones correspondientes que están preparadas para la realización del procedimiento. Tal programa informático puede presentarse en cualquier forma, pero especialmente también como un producto de programa informático sobre un medio legible por ordenador, tal como, por ejemplo, un disquete, CD o DVD, presentando éste unos medios de código de programa informático en los que, después de la carga del programa informático, se le induce a un respectivo ordenador por medio del programa a realizar el procedimiento según la invención. Sin embargo, éste puede presentarse también, por ejemplo, como un producto de programa informático que presenta un programa informático sobre una señal portadora electrónica, con la que, después de la carga del programa informático, se le induce a un respectivo ordenador por medio del programa a realizar el procedimiento según la invención.

Partiendo de los varios elementos diferentes anteriormente descritos de la presente invención se tiene que, visto en su totalidad, puede estar previsto un sistema de control computerizado de datos neutros para una máquina herramienta multieje destinada a la fabricación de piezas de trabajo dotada de superficie envolvente helicoidal con

5 - un sistema informático según la invención para generar parámetros de control de máquina para una máquina herramienta multieje con al menos una unidad de proceso de datos y al menos una memoria, habiéndose preparado la unidad de proceso de datos técnicas de programación de modo que ésta genere al menos un soporte de datos o una señal portadora electrónica con parámetros de control de máquina según la presente invención, o

10 - un programa informático o un producto de programa informático de esta clase y

- al menos una máquina herramienta multieje según la invención. Detalles de este sistema según la presente invención pueden encontrarse más adelante en los ejemplos de realización.

15 En lo que sigue se comentan con referencia al dibujo unos ejemplos de realización de la presente invención que no han de interpretarse como limitativos. En este dibujo muestran:

La figura 1, un sistema de control computerizado de datos neutros según la invención para una máquina herramienta multieje destinada a la fabricación de piezas de trabajo con superficie envolvente helicoidal,

20 La figura 2, un modelo abstracto de una máquina herramienta multieje según la invención para la fabricación de piezas de trabajo de superficie envolvente helicoidal con diversos ejes mecánicos y

25 La figura 3, una pieza de trabajo con superficie envolvente helicoidal para su fabricación en una máquina herramienta multieje según la invención.

La figura 1 muestra un sistema de control computerizado de datos neutros según la invención para una máquina herramienta multieje destinada a la fabricación de piezas de trabajo con superficie envolvente helicoidal, concretamente con

30 - un sistema informático 1 según la invención para generar parámetros de control de máquina para una máquina herramienta multieje 2, 2a con al menos una unidad de proceso de datos y al menos una memoria, habiéndose preparado la unidad de proceso de datos por medio de técnicas de programación de modo que ésta genere aquí en una red de datos una señal portadora electrónica 3 con parámetros de control de máquina según la invención, y

35 - una primera máquina herramienta multieje 2 según la invención, así como una segunda máquina 2a de esta clase.

En el presente caso, se tiene ahora que la primera máquina 2 (aparte de otros ejes) presenta un eje de basculación mecánico σ para hacer bascular una pieza de trabajo y una muela abrasiva una respecto de otra por medio de un giro del eje de la muela abrasiva o de su proyección paralela en el plano horizontal A; una posibilidad que falta en la segunda máquina 2a. Sin embargo, ésta dispone de un eje de basculación γ para hacer bascular la pieza de trabajo y la muela abrasiva una respecto de otra por medio de un giro del eje de la pieza de trabajo o de su proyección paralela en el plano A. En el presente sistema informático de datos neutros es ahora fácilmente posible que unos parámetros de control de la máquina generados por el sistema informático 1 para la primera máquina 2 según la invención sean empleados también para la segunda máquina herramienta 2a según la invención cuando los parámetros de control de máquina generados hagan uso de un eje de mando virtual según la presente invención. Ambas máquinas 2, 2a disponen de un eje de mando virtual, de modo que, al producirse un cambio de máquina pasando de la primera máquina 2 a la segunda máquina 2a, solamente se tienen que formar los parámetros de control de máquina para el eje de basculación γ en lugar del eje de basculación σ . Por el contrario, todos los demás parámetros de control de la máquina pueden conservarse, ya que están acoplados a través del eje de mando virtual.

La figura 2 muestra un modelo abstracto (abarcando diferentes posibilidades de configuración concretas) de una máquina herramienta multieje según la invención para la fabricación de piezas de trabajo de superficie envolvente helicoidal con diversos ejes mecánicos, concretamente con

55 - un eje de aproximación radial posicionable χ para la muela abrasiva,

- un carro de rectificado ξ ortogonalmente posicionable en horizontal con relación al eje de aproximación radial para efectuar el posicionamiento de la muela abrasiva en la dirección de desplazamiento del carro de rectificado,

60 - un eje de giro posicionable β de una cabeza de sujeción para realizar el giro de la pieza de trabajo en el portapiezas de trabajo,

- un eje de basculación posicionable τ para la basculación de la pieza de trabajo y la muela abrasiva una respecto de otra por medio de un giro del eje de la muela abrasiva o de su proyección paralela en el plano vertical B,

65 - un eje de giro ω para el accionamiento de la muela abrasiva,

ES 2 299 744 T3

- un eje de desplazamiento posicionable δ para controlar una posición de avance de la muela abrasiva a lo largo del eje de dicha muela abrasiva,

- un eje de basculación δ para la basculación de la pieza de trabajo y la muela abrasiva una respecto de otra por medio de un giro del eje de la muela abrasiva o de su proyección paralela en el plano horizontal A,

- un eje de desplazamiento η para realizar un desplazamiento vertical de la pieza de trabajo y la muela abrasiva una respecto de otra y

- un eje de basculación γ para hacer bascular la pieza de trabajo y la muela abrasiva una respecto de otra por medio de un giro del eje de la pieza de trabajo o de su proyección paralela en el plano horizontal A,

cuyo modelo sirve para ilustrar mejor las condiciones geométricas tomadas en relación unas con otras.

La figura 3 muestra una pieza de trabajo con superficie envolvente helicoidal para su fabricación en una máquina herramienta multieje según la invención con nueve segmentos diferentes. Haciendo referencia al modelo abstracto ilustrado en la figura 2 se indicarán seguidamente a título de ejemplo los parámetros de control de máquina según la presente invención para el segmento 8, un segmento de forja cónico Seg. 8, designándose aquí con x el eje de mando virtual:

TABLA 1

*Segmento 008:2° elemento de forja cónico
Proceso: Desbaste*

Eje de mando: x			X_{inicio}	X_{fin}	A	B	C	D	E	F	G
x		008=PB	0	1	0	1	0	0	0	0	0
η	[mm]	008=PB	0	1	0	0	0	0	0	0	0
γ	[rad]	008=PB	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ω	[m/s]	008=PB	0	1	40,0	0	0	0	0	0	0
τ	[rad]	008=PB	0	1	0,00706	0,000027	0	0	0	0	0
δ	[mm]	008=PB	0	1	0,0	0	0	0	0	0	0
σ	[rad]	008=PB	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ξ	[mm]	008=PB	0	1	0	0,3183	0	0	0	0	0
β	[rad]	008=PB	0	1	0	0,00395	0	0	0	0	0
χ	[mm]	008=PB	0	1	90,17	-0,0797	0	0	0	0	0

Para explicar esta tabla (en la tabla 1 anterior no se emplean todas las opciones), que reproduce una forma de realización de las estructuras de datos funcionales según la presente invención, se consigna lo siguiente:

Columna 1: Designación de eje

Columna 2: Unidad

Columna 3: Número de segmento = letra característica para la naturaleza de los datos neutros (concretamente C para círculo, P para polinomio [sexto grado], K para coordenadas [puntos] de una tabla de coordenadas) y letra característica para cualquier flanco (R para flanco derecho; L para flanco izquierdo; B para ambos flancos)

Otras columnas: Tabla de valores con X_{inicio} y X_{fin} como límites de zona y los valores para los parámetros A, B, C, D, E, F y G (en el polinomio), R, A, B, C (en el círculo) y A, B, C (en una tabla de coordenadas) para las relaciones y/o funciones con arreglo a la condición siguiente:

$$\text{Círculo [C como letra característica]: } R = \sqrt{(x - A)^2 + (y - B)^2}$$

con el valor en la columna R como radio, C como dirección de giro, indicando -1 la dirección de giro en el sentido de las agujas del reloj (clockwise, cw) e indicando el valor +1 la dirección de giro en sentido contrario a las agujas del reloj (counterclockwise, ccw)

ES 2 299 744 T3

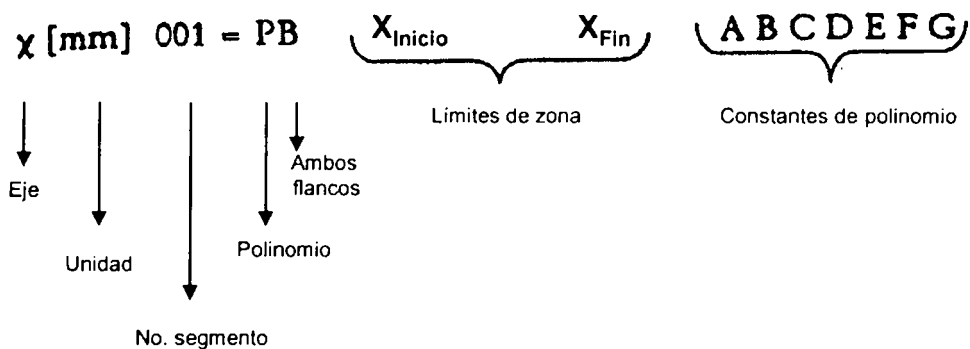
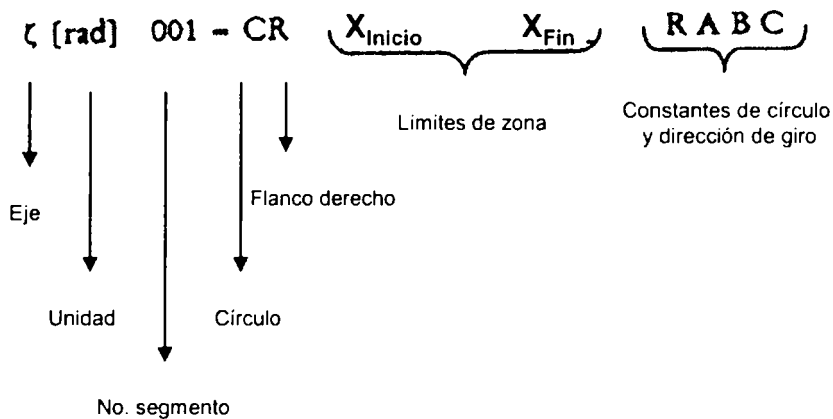
Polinomio [P como letra característica]:

$$Y = A + B \cdot x + C \cdot x^2 + D \cdot x^3 + E \cdot x^4 + F \cdot x^5 + G \cdot x^6$$

Coordenadas (puntos) de una tabla de coordenadas [K como letra característica]:

Valor en la columna A: coordenada X, valor en la columna B: coordenada Y, valor en la columna C: ángulo con la normal, archivado siempre en un corte frontal

Ejemplos



REIVINDICACIONES

1. Máquina herramienta multieje (2) para la fabricación de piezas de trabajo con superficie envolvente helicoidal,
5 que presenta
un portapiezas de trabajo para recibir una pieza de trabajo,
una herramienta,
10 ejes mecánicos controlables para la mecanización de la pieza de trabajo o para el posicionamiento de la pieza de trabajo y la herramienta una con relación a otra, y
un dispositivo de control y/o regulación para controlar ejes,
15 **caracterizada** porque
el control del respectivo eje mecánico por parte del dispositivo de control y/o regulación se efectúa por medio de una función o relación libremente seleccionable que depende del valor de un eje virtual parametrizable como eje de
20 mando para otros ejes y también del valor de otros parámetros, formándose el eje virtual por parte del dispositivo de control y/o regulación por medio de una función o relación libremente seleccionable que depende del tiempo.
2. Máquina herramienta multieje (2) según la reivindicación 1, **caracterizada** porque el eje virtual es formado por el dispositivo de control y/o regulación por medio de una función polinómica.
- 25 3. Máquina herramienta multieje (2) según la reivindicación 1, **caracterizada** porque el eje virtual es formado por el dispositivo de control y/o regulación por medio de una relación circular.
4. Máquina herramienta multieje (2) según la reivindicación 1, **caracterizada** porque el eje virtual es formado por el dispositivo de control y/o regulación por medio de una relación proporcionada por una tabla de valores.
30
5. Máquina herramienta multieje (2) según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada** porque el control del respectivo eje mecánico por parte del dispositivo de control y/o regulación se efectúa por medio de una función polinómica que depende del valor de uno de los ejes virtuales y de los coeficientes del polinomio.
35
6. Máquina herramienta multieje (2) según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada** porque el control del respectivo eje mecánico por parte del dispositivo de control y/o regulación se efectúa por medio de una relación circular que depende del valor de uno de los ejes virtuales y de las constantes del círculo, preferiblemente un radio del círculo y un centro determinado por un par de coordenadas, así como una dirección de giro.
40
7. Máquina herramienta multieje (2) según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada** porque el control del respectivo eje mecánico por parte del dispositivo de control y/o regulación se efectúa por medio de una relación libremente seleccionable que es proporcionada por una tabla de coordenadas.
- 45 8. Máquina herramienta multieje (2) según la reivindicación 7, **caracterizada** porque como coordenadas de la tabla de coordenadas se emplean una coordenada X, una coordenada Y y un ángulo con la normal, preferiblemente considerado en un corte frontal.
9. Máquina herramienta multieje (2) según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada** porque están previstos al menos cinco ejes mecánicos controlables para posicionar la pieza de trabajo y la herramienta una con relación a otra.
50
10. Máquina herramienta multieje (2) según la reivindicación 9, **caracterizada** porque como herramienta está prevista una muela abrasiva y como ejes mecánicos están previstos al menos
55 un eje de aproximación radial posicionable (χ) para la muela abrasiva,
un carro de rectificado (ξ) ortogonalmente posicionable en horizontal con relación al eje de aproximación radial para posicionar la muela abrasiva en la dirección de desplazamiento del carro de rectificado,
60 un eje de giro posicionable (β) de una cabeza de sujeción para hacer girar la pieza de trabajo en el portapiezas de trabajo,
un eje de basculación posicionable (τ) para hacer bascular la pieza de trabajo y la muela abrasiva una respecto de
65 otra por medio de un giro del eje de la muela abrasiva o de su proyección paralela en el plano vertical (B), y
un eje de giro (ω) para accionar la muela abrasiva.

11. Máquina herramienta multieje (2) según la reivindicación 10, **caracterizada** porque como eje mecánico está previsto también un eje de desplazamiento posicionable (δ) para controlar una posición de avance de la muela abrasiva a lo largo del eje de esta muela abrasiva.

5 12. Máquina herramienta multieje (2) según la reivindicación 10 u 11, **caracterizada** porque como eje mecánico está previsto también un eje de basculación (σ) para hacer bascular la pieza de trabajo y la muela abrasiva una respecto de otra por medio de un giro del eje de la muela abrasiva o de su proyección paralela en el plano horizontal (A).

10 13. Máquina herramienta multieje (2) según una de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizada** porque como eje mecánico está previsto también un eje de desplazamiento (η) para efectuar un desplazamiento vertical de la pieza de trabajo y la muela abrasiva una respecto de otra.

15 14. Máquina herramienta multieje (2) según una de las reivindicaciones 10 a 13, **caracterizada** porque como eje mecánico está previsto también un eje de basculación (γ) para hacer bascular la pieza de trabajo y la muela abrasiva una respecto de otra por medio de un giro del eje de la pieza de trabajo o de su proyección paralela en el plano horizontal (A).

20 15. Máquina herramienta multieje (2) según una de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizada** porque está prevista también una memoria en la que están almacenados parámetros de control de máquina a los que se accede de parte del dispositivo de control y/o regulación.

25 16. Máquina herramienta multieje (2) según la reivindicación 15, **caracterizada** porque en la memoria en la que están almacenados parámetros de control de máquina a los que se accede de parte del dispositivo de control y/o regulación, se presenta una estructura de datos que permite la parametrización de un eje virtual como eje de mando para otros ejes.

30 17. Máquina herramienta multieje (2) según la reivindicación 16, **caracterizada** porque en la memoria en la que están almacenados parámetros de control de máquina a los que se accede de parte del dispositivo de control y/o regulación, se presenta una estructura de datos que permite también la parametrización de algún eje mecánico como eje de mando para otros ejes.

35 18. Máquina herramienta multieje (2) según una de las reivindicaciones 15 a 17, **caracterizada** porque en la memoria en la que están almacenados parámetros de control de máquina a los que se accede de parte del dispositivo de control y/o regulación, se presenta una estructura de datos que está prevista para recoger una definición de función o de relación para la formación del eje virtual por parte del dispositivo de control y/o regulación.

40 19. Máquina herramienta multieje (2) según una de las reivindicaciones 15 a 18, **caracterizada** porque en la memoria en la que están almacenados parámetros de control de máquina a los que se accede de parte del dispositivo de control y/o regulación, se presenta una estructura de datos que está prevista para recoger una definición de función o de relación para controlar el respectivo eje mecánico por parte del dispositivo de control y/o regulación.

45 20. Máquina herramienta multieje (2) según la reivindicación 19, **caracterizada** porque está previsto al menos un tipo de función o de relación previamente definido y la estructura de datos presenta al menos un campo de datos para la identificación del tipo de función o de relación previamente definido, cuyo campo de datos se emplea para la definición de función o de relación del respectivo eje mecánico.

50 21. Máquina herramienta multieje (2) según la reivindicación 20, **caracterizada** porque como tipo de función se define previamente una función polinómica, preferiblemente de sexto grado, con coeficientes del polinomio como parámetros.

22. Máquina herramienta multieje (2) según la reivindicación 20 ó 21, **caracterizada** porque como tipo de relación se define previamente una relación circular con radio del círculo y un centro determinado por un par de coordenadas, así como una dirección de giro como parámetros.

55 23. Máquina herramienta multieje (2) según una de las reivindicaciones 20 a 22, **caracterizada** porque como tipo de relación se define previamente una tabla de coordenadas con coordenadas como parámetros.

60 24. Máquina herramienta multieje (2) según la reivindicación 23, **caracterizada** porque como coordenadas se emplean en cada caso una coordenada X, una coordenada Y y un ángulo con la normal, preferiblemente considerado en un corte frontal.

65 25. Máquina herramienta multieje (2) según una de las reivindicaciones 15 a 24, **caracterizada** porque en la memoria en la que están almacenados parámetros de control de máquina a los que se accede de parte del dispositivo de control y/o regulación, se presenta una estructura de datos que está prevista para recoger una identificación del flanco de la pieza de trabajo mecanizado por el control del respectivo eje mecánico por parte del dispositivo de control y/o regulación, preferiblemente una identificación para un flanco derecho o un flanco izquierdo.

26. Máquina herramienta multieje (2) según una de las reivindicaciones 15 a 25, **caracterizada** porque en la memoria en la que están almacenados parámetros de control de máquina a los que se accede de parte del dispositivo de control y/o regulación, se presenta una estructura de datos que combina al menos un grupo de parámetros de control de máquina -que corresponde a una zona parcial de la pieza de trabajo- formando un segmento bajo una identificación de segmento común, preferiblemente un número de segmento.

27. Máquina herramienta multieje (2) según la reivindicación 26, **caracterizada** porque se combina siempre en forma de segmento un grupo de parámetros de control de máquina en los que el mismo eje está parametrizado como eje de mando.

28. Procedimiento para controlar una máquina herramienta multieje (2) según una de las reivindicaciones 1 a 27, en el que

se parametriza primeramente un eje virtual como eje de mando para otros ejes

y seguidamente, durante el funcionamiento de la máquina para mecanizar la pieza de trabajo,

se controlan los respectivos ejes mecánicos por parte del dispositivo de control y/o regulación por medio de una función o relación libremente seleccionable que depende del valor del eje virtual parametrizado como eje de mando para otros ejes, formado por parte del dispositivo de control y/o regulación por medio de una función o relación libremente seleccionable dependiente del tiempo, y que depende también del valor de otros parámetros.

29. Soporte de datos o señal portadora electrónica (3) con parámetros de control de máquina destinados a ser leídos e ingresados en una máquina herramienta multieje (2) según una de las reivindicaciones 1 a 27, **caracterizado** porque sobre el soporte de datos o la señal portadora electrónica

se presenta al menos una estructura de datos que presenta un campo de datos que permite la parametrización de un eje virtual como eje de mando para otros ejes,

y se presenta al menos una estructura de datos que está prevista para recoger una definición de función o de relación para la formación del eje virtual por parte del dispositivo de control y/o regulación,

y se presenta al menos una estructura de datos que está prevista para recoger una definición o de relación para controlar el respectivo eje mecánico por parte del dispositivo de control y/o regulación, y

el soporte de datos o la señal portadora electrónica (3) controla la máquina herramienta (2) durante la lectura o después de la lectura por medio de esta estructura de datos según el procedimiento de la reivindicación 28.

30. Soporte de datos o señal portadora electrónica (3) con parámetros de control de máquina según la reivindicación 29 para su lectura e ingreso en una máquina herramienta multieje (2) según una de las reivindicaciones 1 a 27, **caracterizado** porque la estructura de datos presenta al menos un campo de datos para la identificación de al menos un tipo de función o de relación previamente definido, preferiblemente un tipo de función polinómica, un tipo de relación circular o un tipo de tabla de coordenadas, cuyo campo de datos se emplea para la definición de función o de relación del respectivo eje mecánico.

31. Soporte de datos o señal portadora electrónica (3) con parámetros de control de máquina según una de las reivindicaciones 29 ó 30 para su lectura e ingreso en una máquina herramienta multieje (2) según una de las reivindicaciones 1 a 27, **caracterizado** porque se presenta sobre el soporte de datos o la señal portadora de datos al menos una estructura de datos que está prevista para recoger una identificación del flanco de la pieza de trabajo mecanizado por el control del respectivo eje mecánico por parte del dispositivo de control y/o regulación, preferiblemente una identificación para un flanco derecho o un flanco izquierdo.

32. Soporte de datos o señal portadora electrónica (3) con parámetros de control de máquina según una de las reivindicaciones 29 a 31 para su lectura e ingreso en una máquina herramienta multieje (2) según una de las reivindicaciones 1 a 27, **caracterizado** porque se presenta sobre el soporte de datos o la señal portadora electrónica al menos una estructura de datos que combina al menos un grupo de parámetros de control de máquina -que corresponde a una zona parcial de la pieza de trabajo- formando un segmento bajo una identificación de segmento común, preferiblemente un número de segmento.

33. Soporte de datos o señal portadora electrónica (3) con parámetros de control de máquina según la reivindicación 32 para su lectura e ingreso en una máquina herramienta multieje (2) según una de las reivindicaciones 1 a 27, **caracterizado** porque se combinan siempre en forma de segmento aquellos grupos de parámetros de control de máquina en los que el mismo eje está parametrizado como eje de mando.

34. Soporte de datos o señal portadora electrónica (3) con parámetros de control de máquina según una de las reivindicaciones 29 a 33 para su lectura e ingreso en una máquina herramienta multieje (2) según una de las reivindicaciones 1 a 27, **caracterizado** porque se presenta sobre el soporte de datos o la señal portadora electrónica al menos

ES 2 299 744 T3

una estructura de datos que permite también la parametrización de algún eje mecánico como eje de mando para otros ejes.

35. Máquina herramienta multieje (2) según una de las reivindicaciones 1 a 27, **caracterizada** porque presenta también medios para leer parámetros de control de máquina para el dispositivo de control y/o regulación pasándolos de un soporte de datos o una señal portadora electrónica (3) según una de las reivindicaciones 29 a 34 a la memoria.

36. Procedimiento para generar parámetros de control de máquina para una máquina herramienta multieje según una de las reivindicaciones 1 a 27 y 35, **caracterizado** porque

se genera al menos un soporte de datos o una señal portadora electrónica (3) con parámetros de control de máquina según una de las reivindicaciones 29 a 34.

37. Sistema informático (1) para generar parámetros de control de máquina para una máquina herramienta multieje (2) según una de las reivindicaciones 1 a 27 y 35, que comprende al menos una unidad de proceso de datos y al menos una memoria, **caracterizado** porque la unidad de proceso de datos ha sido preparada por técnicas de programación de modo que genere al menos un soporte de datos o una señal portadora electrónica (3) con parámetros de control de máquina según una de las reivindicaciones 29 a 34.

38. Programa informático con medios de código de programa para realizar el procedimiento según la reivindicación 36 cuando se ejecuta el programa en un ordenador.

FIG. 1

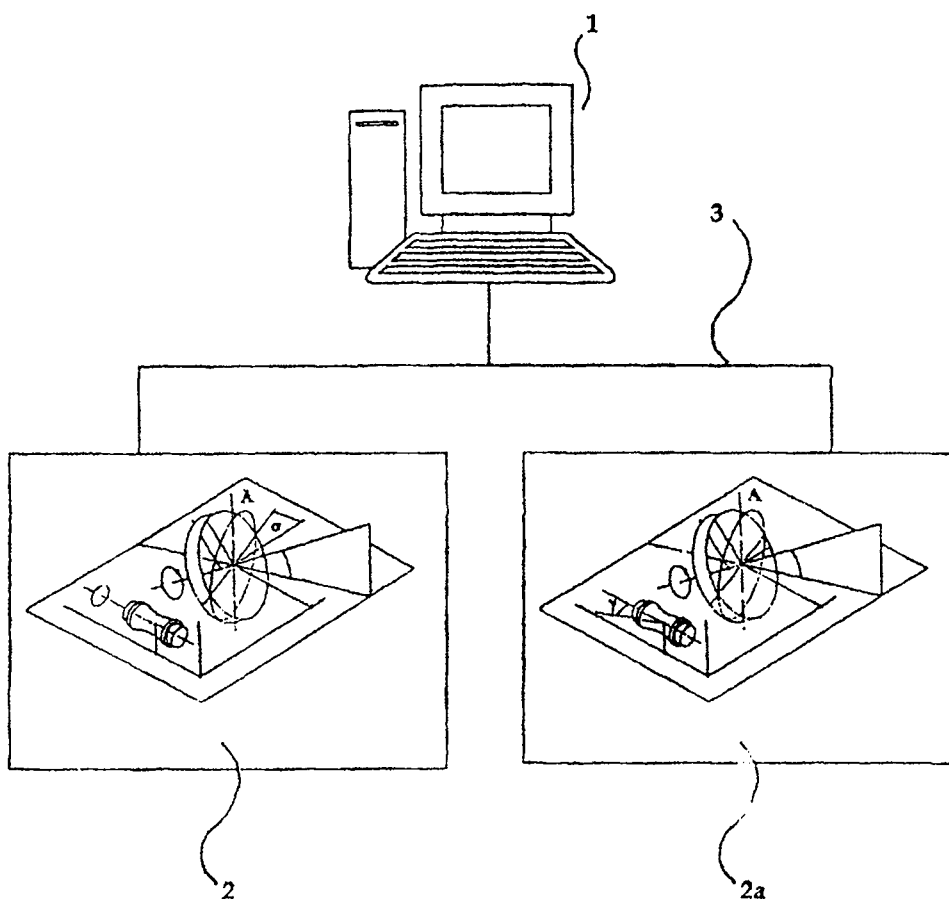


FIG. 2

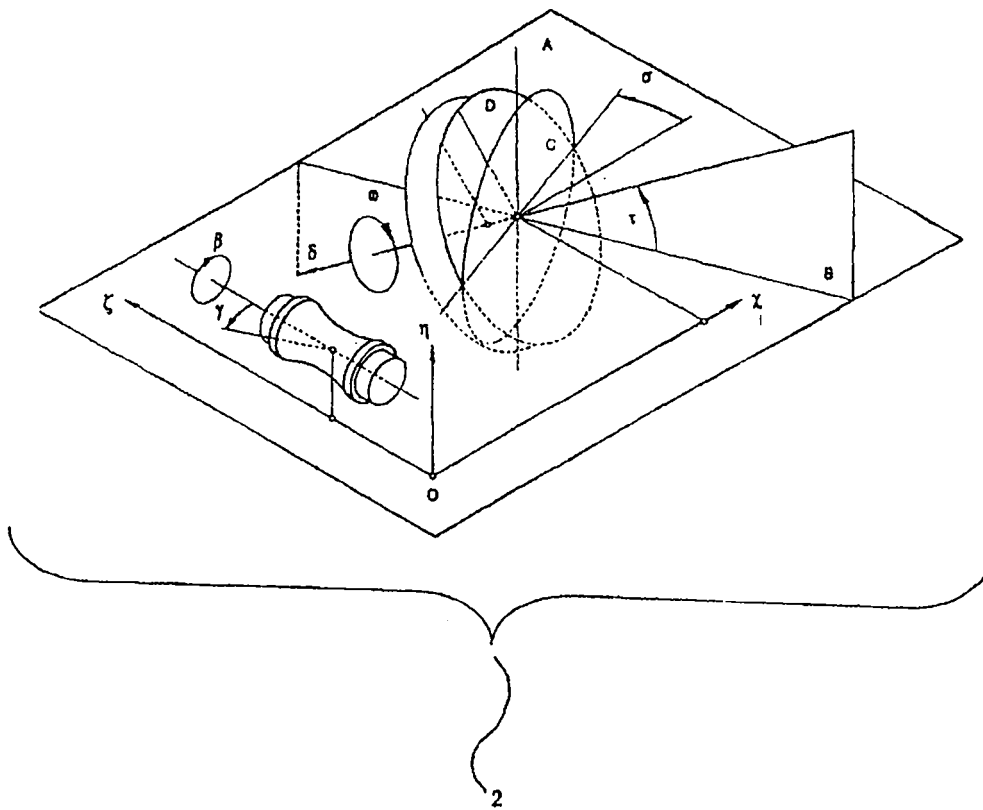


FIG. 3

