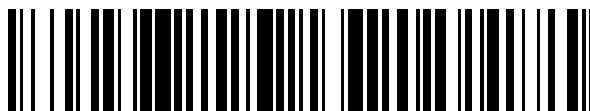


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 791 712**

51 Int. Cl.:

G05B 19/4093 (2006.01)

G05B 19/19 (2006.01)

B25J 9/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.09.2013** **E 13186462 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2020** **EP 2902859**

54 Título: **Equipo de control con optimizador integrado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.11.2020

73 Titular/es:

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Werner-von-Siemens-Straße 1
80333 München, DE

72 Inventor/es:

HAMM, CARSTEN;
LINKE, HARTMUT;
PUCHTLER, THOMAS;
REICHL, GERALD;
SCHÄFERS, ELMAR y
TEUCHERT, MATTHIAS

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 791 712 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

Equipo de control con optimizador integrado

La invención se define mediante las reivindicaciones independientes. En las reivindicaciones dependientes están definidas formas de realización adicionales. Mientras que en esta descripción se han desvelado distintas formas de realización y/o ejemplos, el objeto para el que se solicita protección está limitado estricta y exclusivamente a las formas de realización y/o ejemplos que están comprendidas por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

La presente invención se refiere a un equipo de control para una máquina con al menos un eje en donde el equipo de control está configurado de tal modo que

- recibe primeros parámetros,
- concreta mediante los primeros parámetros un primer problema tecnológico general en un primer problema tecnológico especial,
- para una secuencia de valores de una posición o de una derivada temporal de la posición del eje de la máquina determina en cada caso un número de variables asociadas al valor respectivo, de modo que en el control de la máquina mediante el equipo de control se resuelve el primer problema tecnológico especial,
- recibe una primera instrucción de ejecución,
- en función de la primera instrucción de ejecución emite la secuencia de valores al eje y
- durante la emisión del valor respectivo controla la máquina en correspondencia con el número de variables asociadas al valor respectivo.

La presente invención se refiere además a un programa de sistema que comprende código máquina que puede procesarse mediante un equipo de control para una máquina con al menos un eje, en donde el procesamiento del código máquina mediante el equipo de control provoca que el equipo de control se configure de manera correspondiente.

La presente invención se refiere además a un equipo de control para una máquina con al menos un eje, en donde el equipo de control está programado con un programa informático de este tipo.

La presente invención se refiere además a una máquina con al menos un eje y un equipo de control de este tipo.

Los equipos de control de este tipo se conocen universalmente. Por ejemplo, en controles numéricos se sabe que el usuario del control numérico puede parametrizar por sí mismo contornos sencillos, como por ejemplo las denominadas escotaduras. El programa de piezas procesado por el control numérico se encarga de una parametrización de este tipo en un caso de este tipo, y se tiene en cuenta en el marco del procesamiento del programa de piezas. En el sentido de la presente invención la escotadura se correspondería con un primer problema tecnológico general. La posición y dimensiones de la escotadura se corresponderían con los primeros parámetros. En el marco de este modo de proceder los valores del eje son valores teóricos de posición. Las variables asociadas son los valores teóricos de posición de otros ejes. Además, la determinación de las variables asociadas a los valores del eje se realiza en el procesamiento del programa de piezas.

La especificación de movimientos en sistemas de control para ejes de posición regulada (*motion control*) se realiza por regla general mediante la especificación de una geometría definida, es decir una trayectoria que va a recorrerse. Los valores teóricos para los ejes de posición regulada son generados en el estado de la técnica por el usuario de tal modo que la cinemática de la máquina recorra la geometría fijada por el usuario. Los valores teóricos están definidos por regla general en un parámetro de trayectoria (la longitud de arco) de la trayectoria que va a recorrerse. Por ejemplo, en máquinas-herramienta se define por regla general el movimiento del TCP (*tool center point*, punto central de herramienta) pero no el movimiento de los ejes de máquina individuales. La conversión a los valores teóricos de posición de los ejes de máquina individuales se lleva a cabo mediante el equipo de control.

En el campo de controles de movimiento la relación entre los ejes de posición regulada está definida por regla general en forma de discos de leva. En esta definición con frecuencia es desventajoso que el usuario tenga que especificar el movimiento en una precisión que, por lo que se refiere a la tarea de automatización propiamente dicha que va a resolverse, no es necesaria en absoluto. Así, si bien en el caso de tareas de manipulación por ejemplo es necesario desplazar un miembro extremo de un manipulador de A a B, y en este sentido para evitar colisiones sortear un contorno de interferencia. Sin embargo, el trayecto exacto es irrelevante.

Problemas similares aparecen también en otras circunstancias tecnológicas. En el caso de una prensa servoaccionada el usuario desearía especificar por ejemplo la velocidad de conformación y el número de carreas (es decir, el número de iteraciones por segundo o por minuto), pero no una velocidad de giro a través de un ángulo. También en otros problemas tecnológicos aparecen circunstancias de este tipo en las que las magnitudes tecnológicas deseadas por el usuario no pueden convertirse sin más en los movimientos axiales del eje de posición regulada.

Para prensas servoaccionadas ya se conoce actualmente un algoritmo, por medio del cual, mediante parámetros tecnológicos especificados puede determinarse un control óptimo de la prensa servoaccionada. Este algoritmo está

diseñado especialmente para la determinación del control óptimo de una prensa servoaccionada. Se lleva a cabo fuera de línea, es decir fuera del equipo de control. Las variables asociadas a los valores teóricos de posición se guardan en un fichero que se almacena en el equipo de control. Una modificación del fichero mediante el usuario del equipo de control ya no es posible.

- 5 Además se conocen también problemáticas comparables en las que los valores del eje no son valores de posición, sino valores de velocidad o –en el caso concreto– valores de aceleración.

10 Por el documento US 6 505 085 B1 se conoce un equipo de control para una máquina con al menos un eje, en donde el equipo de control está configurado de tal modo que recibe parámetros y mediante los parámetros concreta un problema tecnológico general en un problema tecnológico especial. Al solucionar un problema de optimización el equipo de control determina un número de señales de control y los momentos de control correspondientes de modo que en el control de la máquina mediante el equipo de control el problema tecnológico especial se resuelve de forma óptima de acuerdo con un criterio de optimización. El equipo de control deposita al menos los momentos de control en una memoria. El equipo de control emite las señales de control al eje en los momentos de control correspondientes y lo controla por ello de manera correspondiente.

- 15 El objetivo de la presente invención consiste en crear posibilidades de modo que el equipo de control pueda determinar por sí mismo en función de las variables correspondientes un control óptimo del problema tecnológico.

El objetivo se resuelve mediante un equipo de control con las características de la reivindicación 1. Configuraciones ventajosas del equipo de control de acuerdo con la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes 2 a 6.

20 De acuerdo con la invención un equipo de control del tipo mencionado al principio se configura adicionalmente en tanto que

- mediante el primer problema tecnológico especial determina una primera parametrización de un problema de optimización,
- mediante el problema de optimización parametrizado con la primera parametrización dentro del equipo de control determina por medio de un optimizador primeros grupos de magnitudes optimizadas,
- 25 - determina previamente una vez las variables asociadas a los valores mediante un primer grupo en cada caso de magnitudes optimizadas, de modo que en el control de la máquina mediante el equipo de control el primer problema tecnológico se resuelve de forma óptima de acuerdo con un criterio de optimización,
- deposita las variables asociadas mediante asociación al valor respectivo en una memoria y
- recibe la primera instrucción de ejecución solo tras depositar las variables asociadas.

30 Por ello se permite parametrizar (= concretar) la tarea de automatización (= el primer problema tecnológico) y mediante el equipo de control determinar y guardar una vez previamente las variables asociadas a los valores del eje de modo que estén disponibles en cualquier momento para procesos posteriores.

35 La especificación de los primeros parámetros y/o de la primera instrucción de ejecución puede realizarse, por ejemplo a través de una interfaz hombre-máquina. Como alternativa es posible que los primeros parámetros y/o la primera instrucción de ejecución del equipo de control se determinen automáticamente a partir de un proceso de mecanizado o de tratamiento, o en función de condiciones marginales variables y se alimenten al equipo de control.

40 En una configuración posible de la presente invención el número de variables asociadas al valor respectivo es igual a 1 y la variable asociada al valor respectivo es una derivada del valor según el lugar o el tiempo. Esta configuración puede emplearse en particular en prensas servoaccionadas.

Como alternativa es posible que los valores sean valores teóricos de posición del eje y que las variables asociadas al valor teórico de posición respectivo comprendan un valor teórico de posición respectivo de un eje adicional de posición regulada. En este caso, mediante los valores teóricos de posición y las variables asociadas se define una trayectoria. Esta configuración puede aplicarse en particular en tareas de manipulación y en grúas.

45 Es posible que las variables asociadas al valor teórico de posición respectivo comprendan una velocidad o una aceleración. En este caso no sólo se especifica una trayectoria que va a recorrerse sino adicionalmente también una velocidad o aceleración con la que debe recorrerse la trayectoria. La velocidad o la aceleración según sea necesario puede referirse al eje –en este caso de posición regulada, a uno de los ejes adicionales de posición regulada o a un parámetro de trayectoria.

50 Es posible que los valores del eje del equipo de control estén especificados de forma fija o desde fuera –por ejemplo mediante un usuario. Como alternativa es posible que el equipo de control determina los valores a los que se asocia en cada caso el número de variables, en el marco de la solución del problema de optimización. Qué modo de proceder se sigue depende del problema tecnológico general a resolver.

55 Debido a esta subdivisión puede emplearse un optimizador universal conocido *per se*. Únicamente es necesario formular el primer problema tecnológico especial de tal modo que pueden emplearse parámetros correspondientes del primer problema tecnológico especial como magnitudes de entrada del optimizador. Las magnitudes de salida

del optimizador, es decir, los primeros grupos de magnitudes optimizadas pueden convertirse entonces 1:1 en un número de variables asociadas al valor respectivo en cada caso, incluyendo dado el caso la determinación del valor respectivo.

5 La configuración mencionada en último lugar, es decir el uso del optimizador universal implementado dentro del equipo de control es en particular ventajoso entonces cuando el equipo de control está configurado de tal modo que

- recibe segundos parámetros,
- mediante los segundos parámetros concreta un segundo problema tecnológico general, que es distinto del primer problema tecnológico general, en un segundo problema tecnológico especial,
- 10 - al solucionar un problema de optimización para una secuencia de valores del eje de la máquina determina en cada caso un número de variables asociadas al valor respectivo, de modo que en el control de la máquina mediante el equipo de control el segundo problema tecnológico especial se resuelve de acuerdo con un criterio de optimización de forma óptima,
- deposita en una memoria las variables asociadas mediante asociación al valor respectivo y
- 15 - tras depositar las variables asociadas recibe una segunda instrucción de ejecución,
- en función de la segunda instrucción de ejecución emite la secuencia de valores al eje,
- durante la emisión del valor respectivo controla la máquina en correspondencia con el número de variables asociadas al valor respectivo,
- mediante el segundo problema tecnológico especial determina una segunda parametrización del problema de optimización,
- 20 - mediante el problema de optimización parametrizado con la segunda parametrización dentro del equipo de control por medio del optimizador determina segundos grupos de magnitudes optimizadas y
- mediante un segundo grupo de magnitudes optimizadas en cada caso determina un número de variables asociadas al valor respectivo en cada caso.

25 La especificación de los segundos parámetros y/o de la segunda instrucción de ejecución puede realizarse por ejemplo a través de la ya mencionada interfaz hombre-máquina. Como alternativa asimismo es posible que los segundos parámetros y/o la segunda instrucción de ejecución del equipo de control se determinen automáticamente a partir de un proceso de mecanizado o de tratamiento, o en función de condiciones marginales variables y se alimenten al equipo de control.

30 Mediante esta configuración es posible en particular facilitar para varios problemas tecnológicos generales de distinto tipo, por ejemplo a través de una interfaz hombre-máquina una máscara de entrada o similar en cada caso para la entrada de los parámetros respectivos, determinar mediante el problema tecnológico especial respectivo la parametrización respectiva del problema de optimización y convertir los grupos de magnitudes optimizadas determinados por el optimizador en el número de variables asociadas al valor respectivo. Sin embargo, para todos
35 los problemas tecnológicos de este tipo puede emplearse el mismo optimizador.

En una configuración del equipo de control está previsto que reciba el criterio de optimización. Por ello es posible una optimización en un punto de vista distinto –en función del criterio de optimización.

40 El objetivo se resuelve además mediante un programa de sistema con las características de la reivindicación 7. De acuerdo con la invención un programa de sistema del tipo mencionado al principio se diseña al configurarse el equipo de control mediante su realización de acuerdo con la invención. El programa de sistema puede estar almacenado en particular sobre un soporte de datos en forma legible a la máquina –por ejemplo en forma electrónica.

45 El objetivo se resuelve además mediante un equipo de control con las características de la reivindicación 9. De acuerdo con la invención el equipo de control está programado con un programa de sistema de acuerdo con la invención.

El objetivo se resuelve además mediante una máquina con las características de la reivindicación 10. De acuerdo con la invención el equipo de control de la máquina está configurado de acuerdo con la invención.

50 Las propiedades, características y ventajas anteriormente descritas de esta invención, así como el modo de conseguir las se aclaran y se explican de forma más clara en relación con la siguiente descripción de los ejemplos de realización que se explican con detalle en relación con los dibujos. En este sentido muestran en representación esquemática:

- FIG 1 una máquina con un eje de posición regulada,
- FIG 2 un diagrama de flujo,
- FIG 3 una conversión de un primer problema tecnológico en variable asociada a valores teóricos de posición,
- 55 FIG 4 un diagrama de flujo,
- FIG 5 una máquina adicional con un eje de posición regulada,
- FIG 6 una conversión de un segundo problema tecnológico en variable asociada a valores teóricos de posición y
- FIG 7 un diagrama de flujo.

De acuerdo con la figura 1 una máquina presenta un eje 1. En la configuración de la figura 1, el eje 1 es el único eje. Además la máquina de la figura 1 es una máquina de mecanizado. Como alternativa podría ser una máquina de tratamiento. El eje 1 en el ejemplo de realización de la figura 1 es de posición regulada. Como alternativa, sin embargo el eje 1 podría ser igualmente de velocidad regulada o (en casos individuales) de aceleración regulada. También la máquina puede estar configurada como otro tipo de máquina.

La máquina presenta además un equipo 2 de control. El equipo 2 de control está configurado por regla general como control numérico (*numerical control*) o como control de movimiento (*motion control*). El equipo 2 de control está programado con un programa 3 de sistema. El programa 3 de sistema puede estar almacenado, por ejemplo sobre un soporte 4 de datos en forma legible a la máquina (en particular en forma electrónica) y alimentarse al equipo 2 de control mediante conexión del soporte 4 de datos con el equipo 2 de control. Exclusivamente a modo de ejemplo el soporte 4 de datos en la figura 1 está representado como lápiz de memoria USB. Sin embargo, esta representación es exclusivamente a modo de ejemplo y no ha de entenderse como limitación. Son posibles además también otros tipos de la programación del equipo 2 de control, por ejemplo a través de una conexión a una red de datos.

El programa 3 de sistema comprende código máquina 5, que puede procesarse por el equipo 2 de control. El código máquina 5 puede procesarse mediante el equipo 2 de control directa e indirectamente. En este caso el código máquina 5 consta directamente de instrucciones de máquina. Como alternativa, el código máquina 5 puede ser una anotación mnemónica que se convierte por el equipo 2 de control mediante interpretación en instrucciones de máquina. Como alternativa o adicionalmente puede ser necesario un procesamiento previo del código máquina 5, por ejemplo una descodificación. Independientemente de qué modo de proceder se sigue, el equipo 2 de control puede ejecutar no obstante el código máquina 5 sin que una persona tenga que intervenir intelectualmente. El procesamiento del código máquina 5 mediante el equipo 2 de control provoca que el equipo 2 de control se configure y se procese, tal como se explica con detalle a continuación en relación con las figuras 2 y 3.

Según la figura 2 el equipo 2 de control en una etapa S1 recibe –por ejemplo a través de una interfaz 6 hombre-máquina (véase la figura 1) por parte de un usuario 7– primeros parámetros P1. Por medio de los primeros parámetros P1 el equipo 2 de control en una etapa S2 puede concretar un primer problema tecnológico general en un primer problema tecnológico especial. Por ejemplo, según la figura 3 para una prensa servoaccionada esbozada esquemáticamente en la figura 1, en la que el eje 1 de posición regulada actúa a través de una excéntrica y un vástago de biela sobre un punzón de moldeo puede especificarse una velocidad del punzón de moldeo como función de la carrera del punzón de moldeo. El primer problema concreto técnico en este caso exclusivamente a modo de ejemplo es la evolución de la velocidad del punzón de moldeo como función de la carrera del punzón de moldeo. Como primer parámetro P1 se tienen en cuenta, por ejemplo, la dimensión de excentricidad de la excéntrica, una posición límite en la que el punzón de moldeo abre y cierra la prensa, así como la velocidad del punzón de moldeo en determinadas carreras del punzón de moldeo. En problemas tecnológicos generales planteados en correspondencia de forma diferente naturalmente se especificarían otros primeros parámetros P1.

En una etapa S3 el equipo 2 de control, al solucionar un problema de optimización para una secuencia de valores teóricos de posición p1 del eje 1 de posición regulada, determina –en general: para una secuencia de valores de la posición p1 o de una derivada temporal de la posición p1 del eje 1– en cada caso un número de variables V asociadas al valor teórico de posición p1 respectivo. En el ejemplo según la figura 1, en el que está presente un único eje 1 se determina por regla general para cada valor p1 en cada caso solo una única variable V. La determinación de las variables V asociadas se realiza de tal modo que en el control de la máquina mediante el equipo 2 de control el primer problema tecnológico especial –es decir, por ejemplo, la evolución especificada de la velocidad del punzón de moldeo como función de la carrera del punzón de moldeo– se resuelve según un criterio de optimización OK de forma óptima.

En una etapa S4 el equipo 2 de control deposita las variables V asociadas mediante asociación al valor teórico de posición p1 respectivo en un lugar de almacenamiento. Por ejemplo el equipo 2 de control puede guardar las variables V asociadas en un primer fichero 8. El almacenamiento puede ser remanente. En este caso el almacenamiento se realiza de tal modo que los datos guardados p1, V o el primer fichero 8 en conjunto también se conservan cuando se interrumpe un suministro de energía del equipo 2 de control, por ejemplo porque el equipo 2 de control se desconecta. Sin embargo en cualquier caso el depósito se realiza de tal modo que puede accederse a los datos depositados p1, V repetidamente y pueden ejecutarse.

Tras depositar las variables V asociadas, el equipo 2 de control en una etapa S5 –por ejemplo mediante el usuario 7– recibe una primera instrucción A1 de ejecución. Según la necesidad puede seleccionarse un periodo situado entre el depósito de las variables V asociadas y la recepción de la primera instrucción A1 de ejecución. Puede ser de pocos segundos. Puede ser también de horas, días o semanas e incluso mayor. Es decisivo únicamente que el equipo 2 de control determine por completo inicialmente las variables V y las guarde por completo y solo después reciba la primera instrucción A1 de ejecución.

Debido a la primera instrucción A1 de ejecución el equipo 2 de control en una etapa S6 lee las variables V asociadas depositadas. Además, el equipo 2 de control en una etapa S7 emite al eje 1 la secuencia de valores p1 –en el

ES 2 791 712 T3

presente caso de valores teóricos de posición p_1 . También el equipo 2 de control en el marco de la etapa S7 durante la emisión del valor p_1 respectivo controla la máquina en correspondencia con las variables V asociadas al valor p_1 respectivo. En función de especificación por parte del usuario 7 es posible por ejemplo que la emisión de la secuencia de valores p_1 y de las variables V asociadas

- 5 - se realice solo una vez,
- no se realiza hasta que haya procesado un número predeterminado de iteraciones, o
- no se realice hasta que el usuario 7 u otro equipo especifique una instrucción de cancelación.

10 Independientemente de si solo se realiza una única emisión o de si se realiza una emisión múltiple, los datos p_1 , V depositados en la ubicación se conservan. Por tanto están disponibles también para accesos posteriores.

15 En el ejemplo de realización explicado anteriormente en relación con las figuras 1 a 3, el número de variables V asociadas al valor p_1 respectivo es igual 1. Además, la variable V asociada al valor p_1 respectivo es una derivada del valor p_1 en función del lugar o el tiempo, según la figura 3 concretamente en función del tiempo. Según la figura 3 es la (angular) ω . Sin embargo –según el problema tecnológico– podría asociarse también otra variable. A continuación se explican –exclusivamente a modo de ejemplo– algunos problemas tecnológicos de este tipo brevemente.

20 En un proceso de fundición inyectada –en el que la inyección del material plastificado en el molde de fundición inyectada se realiza discontinuamente– el eje 1, por ejemplo, puede provocar una carrera de émbolo. En este caso el eje 1 puede regular su posición mediante los valores p_1 . Como variable V asociada se consideran por ejemplo una temperatura, una potencia calorífica, una velocidad de inyección y/o una presión de inyección.

25 En la extrusión –en la que la eyección se realiza continuamente– el eje 1 puede provocar por ejemplo un avance de material. En este caso el eje 1 puede ser de velocidad regulada o de revoluciones reguladas. Los valores p_1 son en este caso la primera derivada de tiempo de la posición del eje 1. Como variables V asociadas –de manera análoga a la fundición inyectada– se consideran por ejemplo una temperatura, una potencia calorífica y/o una presión de inyección.

En sistemas oscilantes con frecuencia se emplean amortiguadores de oscilación. En este caso el eje 1 puede ser de aceleración regulada. Como variable V asociada se considera por ejemplo una fuerza que vaya a aplicarse.

30 Es posible que los valores p_1 estén determinados previamente o el equipo 2 de control los conozca de otra manera. En este caso es posible, pero no necesario, depositar adicionalmente a las variables V asociadas también incluso los valores p_1 . La asociación de las variables V a los valores p_1 resulta en este caso directamente del orden de las variables V asociadas. Como alternativa es posible que los valores p_1 del equipo 2 de control se especifiquen desde fuera –por ejemplo por el usuario 7. En este caso si bien los valores p_1 no necesitan determinarse mediante el equipo 2 de control, sin embargo sí que deben guardarse junto con las variables V asociadas. A su vez, como alternativa es posible que el equipo 2 de control determine también los valores p_1 a los que asocia en cada caso las variables asociadas V , en el marco de la solución del problema de optimización.

35 Para resolver el problema de optimización el equipo 2 de control según la figura 4 determina preferiblemente en primer lugar en una etapa S11 mediante el primer problema tecnológico especial una primera parametrización P del problema de optimización. La primera parametrización puede comprender por ejemplo con respecto a un sistema de ecuaciones predefinido con ecuaciones diferenciales y/o ecuaciones algebraicas con o sin condiciones de igualdad o desigualdad la fijación de condiciones marginales e iniciales. Sin embargo también son posibles otras configuraciones.

40 El equipo 2 de control especifica la primera parametrización específica en una etapa S12 a un optimizador 9 que está implementado según la figura 1 dentro del equipo 2 de control. Los optimizadores 9 adecuados son conocidos como tales por los expertos en la materia. Por consiguiente el equipo 2 de control inicia el optimizador 9. Mediante el problema de optimización parametrizado con la primera parametrización el equipo 2 de control determina por medio del optimizador 9 en una etapa S13 primeros grupos G_1 de magnitudes g_i optimizadas. Mediante un primer grupo G_1 de magnitudes g_i optimizadas en cada caso el equipo 2 de control determina por consiguiente en una etapa S14 en cada caso un número (1) de variables V asociadas al valor p_1 respectivo.

45 En el marco de la determinación de las magnitudes g_i optimizadas el equipo 2 de control considera el criterio de optimización OK. Es posible que el criterio de optimización OK del equipo 2 de control esté especificado de forma fija. Sin embargo, preferiblemente el criterio de optimización OK del equipo 2 de control puede especificarse según la figura 1.

50 La configuración de la máquina según la figura 5 se corresponde en gran medida con la de la figura 1. Los modos de proceder explicados anteriormente en relación con las figuras 1 a 4 son válidos por tanto también para la configuración de la máquina según la figura 5, a no ser que a continuación se exprese lo contrario.

55 En la configuración de la máquina según la figura 5 adicionalmente al eje 1 está presente al menos un eje adicional 10, por ejemplo dos o tres ejes adicionales 10. Generalmente los ejes 1, 10 son de posición regulada. De manera

- análoga a la configuración de la figura 1 la máquina de la figura 5 es una máquina de mecanizado. Como alternativa podría ser una máquina de tratamiento, una máquina-herramienta o un robot industrial. El primer problema concreto técnico puede ser en este caso, asimismo exclusivamente a modo de ejemplo, según la figura 5 la determinación de un trayecto que va a recorrerse en una posición inicial A especificada y una posición final B especificada, en donde en el marco de la determinación del trayecto deben considerarse condiciones marginales como por ejemplo un obstáculo 11 y debe determinarse un modo de conducción optimizado en tiempo o energía. FIG 6 muestra – exclusivamente a modo de ejemplo– una solución concebible del problema de optimización para tres ejes 1, 10 que actúan en traslación, en donde el eje 1 actúa en las coordenadas x, los ejes 10 en las coordenadas y- y z.
- En el caso de que por medio del equipo 2 de control –como es el caso según la figura 5– deban controlarse varios ejes 1, 10, las variables V asociadas al valor p1 respectivo –es decir los valores p1 para el eje 1– comprenden para cada eje adicional 10 su valor p10 respectivo. Adicionalmente, las variables V asociadas al valor p1 respectivo en correspondencia con la representación en la figura 6 pueden comprender, pero no es obligatorio una velocidad v o una aceleración a. La velocidad v o la aceleración a pueden referirse, según sea necesario, al eje 1, a uno de los ejes adicionales 10 o a otro parámetro, por ejemplo a una trayectoria resultante.
- Anteriormente mediante dos ejemplos se ha explicado cómo puede determinarse las variables V asociadas, por medio de la presente invención resolviendo un problema de optimización. Sin embargo, la presente invención no está limitada a estos dos problemas tecnológicos, sino que puede aplicarse en cualquier caso también a otros problemas tecnológicos.
- Es posible además diseñar el equipo 2 de control en función de su programación con el programa 3 de sistema de tal modo que mediante el equipo 2 de control no sólo pueda optimizarse uno solo, sino que puedan optimizarse varios problemas tecnológicos generales, siendo los problemas tecnológicos distintos unos de otros. Por ejemplo, en función de la programación del equipo 2 de control con el programa 3 de sistema puede ser posible que el equipo 2 de control según la figura 7 se especifique inicialmente por medio de una instrucción de selección SEL que de al menos dos problemas tecnológicos generales debe resolver de forma concreta el equipo 2 de control. En este caso el equipo 2 de control, tras recibir la instrucción de selección SEL (FIG 7, etapa S21) según el valor e la instrucción de selección SEL recibe, por ejemplo, los primeros parámetros P1 para un primer problema tecnológico general (etapa S22), o segundos parámetros P2 para un segundo problema tecnológico general (etapa S23). El primer problema tecnológico puede ser, por ejemplo, el problema tecnológico explicado anteriormente en relación con las figuras 1 a 3, el segundo problema tecnológico el problema tecnológico explicado anteriormente en relación con las figuras 5 y 6. Sin embargo también son posibles otros problemas tecnológicos. Ya se mencionaron en relación con la figura 1 ejemplos de otros problemas tecnológicos de este tipo.
- El modo de proceder principal para la solución optimizada es el mismo en ambos casos. En particular –véase en la figura 7 ambas etapas S24 y S25– el equipo 2 de control mediante los parámetros especificados en cada caso P1, P2 concreta el problema tecnológico general respectivo en un problema tecnológico respectivo especial. Además, el equipo 2 de control –véase en la figura 7 ambas etapas S26 y S27– determina en cada caso para una secuencia de valores p1 del eje 1 de la máquina respectiva, dado el caso, un número de variables V asociadas al valor p1 respectivo en cada caso. La determinación se realiza en ambos casos resolviendo un problema de optimización de tal modo que en el control de la máquina –respectiva dado el caso– mediante el equipo 2 de control, el problema tecnológico especial respectivo se resuelve de forma óptima según el criterio de optimización OK. Además –véase en la figura 7 ambas etapas S28 y S29– se guardan (depositan) las variables V asociadas determinadas en cada caso mediante asociación al valor p1 respectivo. El depósito puede realizarse por ejemplo en correspondencia con la representación en la figura 1 en un fichero 8, 12 respectivo.
- Tras el almacenamiento el equipo 2 de control en una etapa S30 recibe una instrucción A1, A2 de ejecución. En una etapa S31 el equipo 2 de control comprueba de qué instrucción A1, A2 de ejecución se trata. Según el resultado de la prueba de la etapa S31 el equipo 2 de control pasa a una etapa S32 o una etapa S33. En el caso de que se haya especificado la primera instrucción A1 de ejecución el equipo 2 de control en la etapa S32 lee las variables V asociadas determinadas y depositadas con respecto al primer problema tecnológico, emite la secuencia de valores p1 al eje 1 y controla durante la emisión del valor p1 respectivo la máquina, en correspondencia con el número de variables V asociadas al valor p1 respectivo. En el caso de que se haya especificado la segunda instrucción A2 de ejecución el equipo 2 de control en la etapa S33 lee las variables V determinadas y depositadas asociadas con respecto al segundo problema tecnológico, emite la secuencia de valores p1 al eje 1, y durante la emisión del valor p1 respectivo controla la máquina en correspondencia con el número de variables V asociadas al valor p1 respectivo.
- Una ventaja considerable se representa en este contexto cuando en el marco de las dos etapas S26 y S27 se sigue el mismo modo de proceder principalmente, en concreto que el equipo 2 de control –véase la figura 4–
- mediante el problema tecnológico especial respectivo determina una parametrización respectiva del problema de optimización,

- mediante el problema de optimización parametrizado con la parametrización respectiva dentro del equipo 2 de control determina por medio del optimizador 9 grupos G1, G2 respectivos de magnitudes g_i optimizadas y
- mediante un grupo G1, G2 respectivo de magnitudes g_i optimizadas en cada caso determina un número de variables V asociadas al valor p_1 respectivo en cada caso.

5 El particular con ello la etapa S13 en cualquier caso –es decir, independientemente de qué problema tecnológico especial deba utilizarse– es idéntica. Puede emplearse por tanto el mismo optimizador 9 para resolver problemas tecnológicos de distinto tipo.

10 El modo de proceder explicado anteriormente para dos problemas tecnológicos de distinto tipo puede ampliarse en cualquier caso a tres, cuatro, cinco ... problemas tecnológicos de distinto tipo.

15 La presente invención presenta muchas ventajas. Esto se aplica ya para la determinación de las variables V asociadas y su depósito como tales. En una medida aún más amplia esto es válido para el uso de un optimizador 9 universal. Pues por ello es posible determinar, con el mismo optimizador 9 para una pluralidad de problemas tecnológicos en cada caso una solución óptima. Únicamente mediante el problema tecnológico concreto respectivo es necesario llevar a cabo la parametrización correspondiente del optimizador 9 y convertir su solución por consiguiente en la determinación de las variables V asociadas, y eventualmente también de los valores p_1 . Mediante este modo de proceder el fabricante del equipo 2 de control puede encapsular el optimizador 9 y facilitar únicamente una interfaz a través de la cual el optimizador 9 pueda recibir una parametrización concreta y suministrar magnitudes g_i optimizadas.

20 En resumen la presente invención por consiguiente se refiere a la siguiente circunstancia:
Un equipo 2 de control para una máquina con al menos un eje 1 recibe primeros parámetros P1. Mediante los primeros parámetros P1 el equipo 2 de control concreta un primer problema tecnológico general en un primer problema tecnológico especial. Al resolver un problema de optimización, el equipo 2 de control determina para una secuencia de valores p_1 de una posición o de una derivada temporal de la posición del eje 1 de la máquina una vez
25 previamente en cada caso un número de variables V asociadas al valor p_1 respectivo de modo que en el control de la máquina de mecanizado, mediante el equipo 2 de control el primer problema tecnológico especial se resuelve de forma óptima según un criterio de optimización OK. Las variables V asociadas se depositan en una memoria mediante el equipo 2 de control mediante asociación al valor p_1 respectivo. El equipo 2 de control tras depositar las variables V asociadas recibe una primera instrucción A1 de ejecución. Emite en función de la primera instrucción A1
30 de ejecución la secuencia de valores p_1 al eje 1. En la emisión del valor p_1 respectivo el equipo 2 de control controla la máquina en correspondencia con el número de variables V asociadas al valor p_1 respectivo.

35 Aunque la invención se ha ilustrado y descrito detalladamente mediante el ejemplo de realización preferido la invención no está limitada entonces a los ejemplos divulgados y a partir de estos el experto en la materia puede deducir otras variaciones, sin abandonar el ámbito de protección de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Equipo de control para una máquina con al menos un eje (1), en donde el equipo de control está programado con un programa (3) de sistema, en donde el equipo de control está configurado de tal modo que
- 5 - en una primera etapa (S1) a través de una interfaz hombre-máquina recibe primeros parámetros (P1),
 - en una segunda etapa (S2) mediante los primeros parámetros (P1) concreta un primer problema tecnológico general en un primer problema tecnológico especial,
 - en una tercera etapa (S3) mediante el primer problema tecnológico especial determina una primera parametrización de un problema de optimización,
 - 10 - mediante el problema de optimización parametrizado con la primera parametrización dentro del equipo (2) de control, por medio de un optimizador (9) para una secuencia de valores (p1) de una posición o de una derivada temporal de la posición del eje (1) de la máquina determina primeros grupos (G1) de magnitudes optimizadas (gi), y mediante un primer grupo (G1) en cada caso de magnitudes (gi) optimizadas en cada caso determina previamente una vez un número de variables (V) asociadas al valor (p1) respectivo, de modo que en el control de la máquina mediante el equipo de control se resuelve de forma óptima el primer problema tecnológico especial según un criterio de optimización (OK), en donde los valores (p1) son valores teóricos de posición del eje (1) y las variables (V) asociadas al valor teórico de posición (p1) respectivo comprenden un valor teórico de posición (p10) respectivo de un eje (10) adicional de posición regulada,
 - 15 - en una cuarta etapa (S4) se almacenan las variables (V) asociadas mediante asociación al valor (p1) respectivo en un fichero,
 - 20 - en una quinta etapa (S5) tras depositar las variables (V) asociadas por parte de un usuario (7) recibe una primera instrucción (A1) de ejecución,
 - en una etapa (S6) el equipo de control, en función de la primera instrucción (A1) de ejecución lee las variables (V) asociadas depositadas,
 - 25 - en una etapa (S7) el equipo de control en función de la primera instrucción (A1) de ejecución emite la secuencia de valores (p1) al eje (1), y el equipo de control durante la emisión del valor (p1) respectivo controla la máquina en correspondencia con el número de variables (V) asociadas al valor (p1) respectivo, en donde en función de la especificación del usuario (7) la emisión de la secuencia de valores (p1) y de las variables (V) asociadas
 - 30 - se realiza solo una vez,
 - no se realiza hasta que se haya procesado un número predeterminado de iteraciones, o
 - no se realiza hasta que el usuario (7) u otro equipo especifique una instrucción de cancelación.
2. Equipo de control según la reivindicación 1, caracterizado porque el número de variables (V) asociadas al valor (p1) respectivo es igual a 1 y porque la variable (V) asociada al valor (p1) respectivo es una derivada del valor (p1) en función del lugar o del tiempo.
3. Equipo de control según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las variables (V) asociadas al valor teórico de posición (p1) respectivo comprenden una velocidad (v) o una aceleración (a).
4. Equipo de control según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque determina los valores (p1), a los que se asocia en cada caso el número de variables (V), en el marco de la solución del problema de optimización.
5. Equipo de control según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque está configurado de tal modo que
- 45 - recibe segundos parámetros (P2),
 - mediante los segundos parámetros (P2) concreta en un segundo problema tecnológico especial un segundo problema tecnológico general, que es distinto del primer problema tecnológico general,
 - resolviendo un problema de optimización para una secuencia de valores (p1) del eje (1) de la máquina determina en cada caso un número de variables (V) asociadas al valor (p1) respectivo, de modo que en el control de la máquina mediante el equipo de control el segundo problema tecnológico especial se resuelve de forma óptima según un criterio de optimización (OK),
 - 50 - deposita en una memoria las variables (V) asociadas mediante asociación al valor (p1) respectivo,
 - tras depositar las variables (V) asociadas recibe una segunda instrucción (A2) de ejecución,
 - en función de la segunda instrucción (A2) de ejecución emite la secuencia de valores (p2) al eje (1),
 - durante la emisión del valor (p1) respectivo controla la máquina en correspondencia con el número de variables (V) asociadas al valor (p1) respectivo,
 - 55 - mediante el segundo problema tecnológico especial determina una segunda parametrización del problema de optimización,
 - mediante el problema de optimización parametrizado con la segunda parametrización dentro del equipo de control por medio del optimizador (9) determina segundos grupos (G2) de magnitudes optimizadas (gi) y
 - mediante un segundo grupo (G2) en cada caso de magnitudes optimizadas (gi) determina un número de variables (V) asociadas al valor (p1) respectivo en cada caso.
 - 60

ES 2 791 712 T3

6. Equipo de control según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque recibe de un usuario el criterio de optimización (OK).
7. Programa de sistema que comprende código máquina (5), que puede procesarse mediante un equipo (2) de control para una máquina con al menos un eje (1), en donde el procesamiento del código máquina (5) provoca mediante el equipo (2) de control que el equipo (2) de control se configure según una de las reivindicaciones anteriores.
8. Programa de sistema según la reivindicación 7, caracterizado porque está guardado sobre un soporte (4) de datos en forma legible a la máquina.
9. Equipo de control para una máquina con al menos un eje (1), en donde el equipo de control está programado con un programa (3) de sistema según la reivindicación 7.
10. Máquina con al menos un eje (1) y un equipo (2) de control, en donde el equipo (2) de control está configurado de acuerdo con la reivindicación 9.

FIG 1

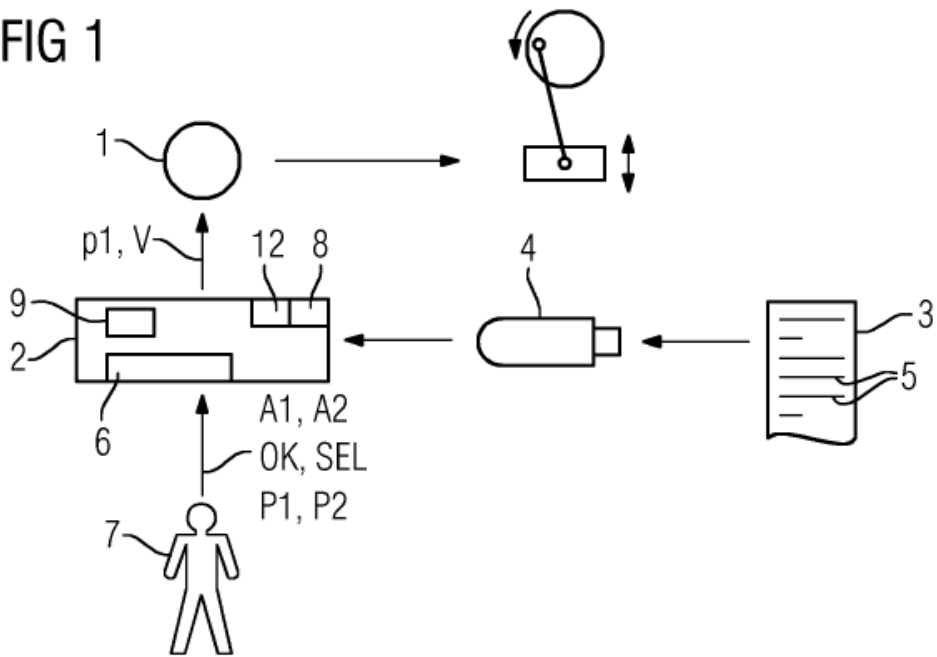


FIG 2

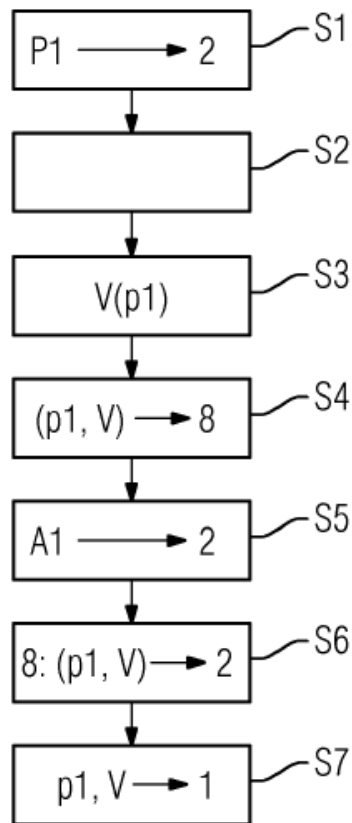


FIG 3

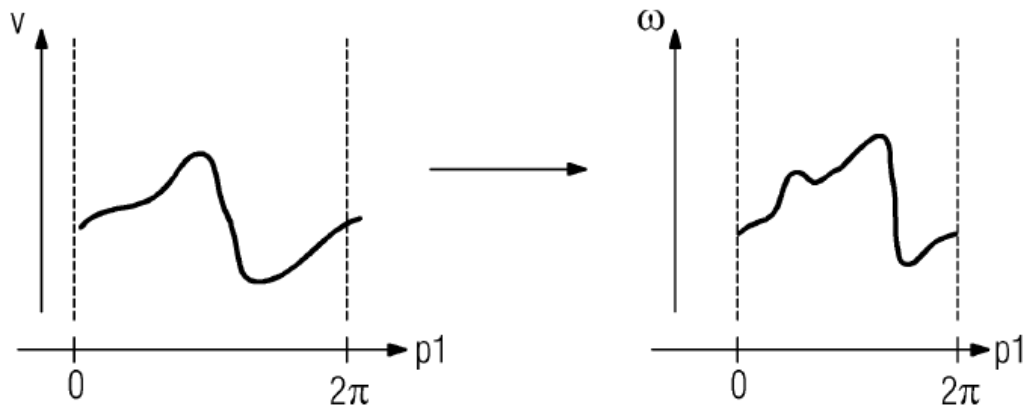


FIG 4

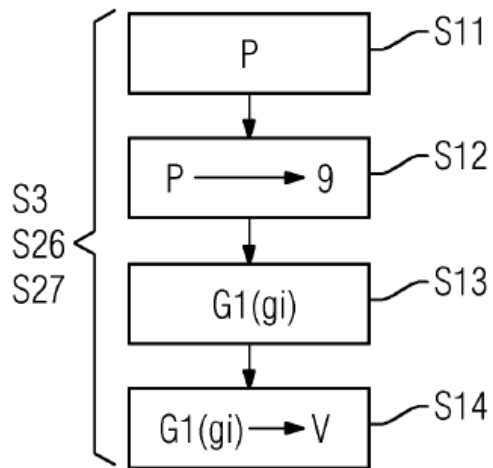


FIG 5

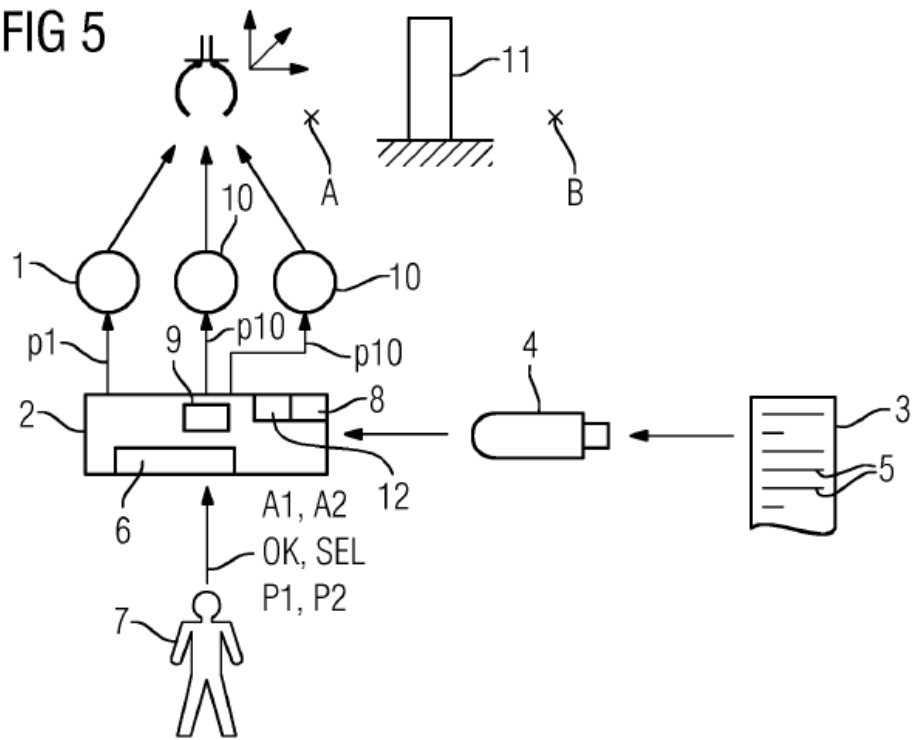


FIG 6

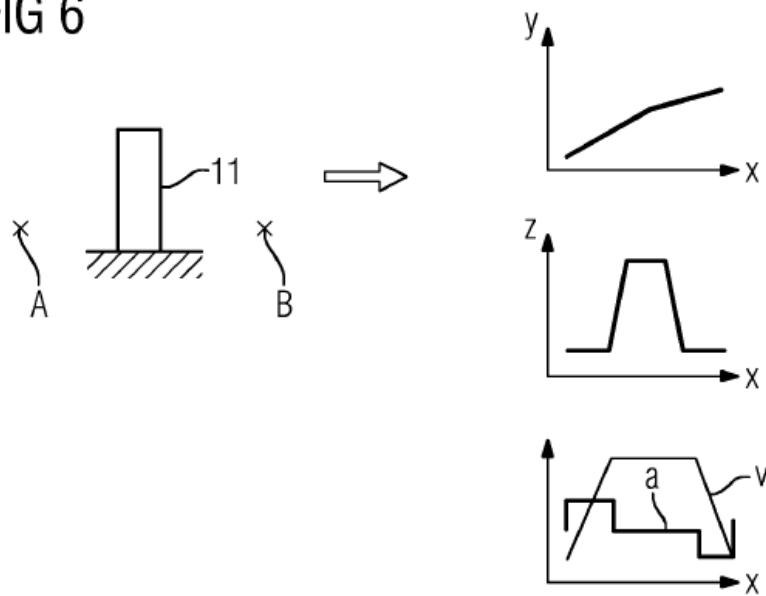


FIG 7

