

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 463 721**

51 Int. Cl.:

**G05B 19/401** (2006.01)

**G05B 19/4063** (2006.01)

**G01B 11/02** (2006.01)

**G01B 21/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2008 E 08864061 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.04.2014 EP 2238520**

54 Título: **Sistema y método para controlar una máquina herramienta**

30 Prioridad:

**20.12.2007 IT BO20070836**

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

**29.05.2014**

73 Titular/es:

**MARPOSS SOCIETA' PER AZIONI (100.0%)  
VIA SALICETO 13  
40010 BENTIVOGLIO (BO), IT**

72 Inventor/es:

**TURRINI, ANDREA**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 463 721 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**

Sistema y método para controlar una máquina herramienta

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un método para controlar una máquina herramienta de control numérico por medio de un sistema con un dispositivo sensor, una unidad de control, una unidad de interfaz conectada eléctricamente al dispositivo sensor y a la unidad de control para proporcionar una señal de disparo a la unidad de control, y un canal digital que incluye un cable de conexión para la conexión eléctrica entre la unidad de interfaz y la unidad de control, estando la unidad de control adaptada para controlar la ejecución de las instrucciones de medición y para detectar las señales de medición digitales recibidas en consecuencia dentro de un intervalo de tiempo determinado a través del canal digital.

15 Antecedentes de la técnica

Se sabe que el control numérico ("NC") de una máquina herramienta, por ejemplo un centro de mecanizado, permite realizar las operaciones de mecanizado automáticas de una pieza mecánica controlando los desplazamientos recíprocos entre la herramienta y la pieza con una precisión muy alta. El control se realiza por medio de las instrucciones adecuadas, en base a datos numéricos adquiridos previamente.

También se conoce el uso de dispositivos sensores, tales como unidades de comprobación o medición para detectar las dimensiones o la posición de la pieza mecánica que se está mecanizando y/o de la herramienta utilizada u otras partes componentes de la máquina, y para proporcionar señales asociadas al control numérico. El control numérico emplea nuevos datos obtenidos en base a dichas señales con el fin de mejorar los controles y el mecanizado de la pieza. La patente de Estados Unidos N° 6.115.674 muestra un sistema que incluye dispositivos sensores con sondas de detección de contacto, y describe un método para activar selectivamente una sonda específica por medio de señales de radiofrecuencia inalámbricas. La secuencia de señales de activación y habilitación enviadas de manera inalámbrica desde una interfaz de base, y de señales de identificación devueltas de manera inalámbrica desde las sondas individuales, permite encender solo la sonda específica de entre una pluralidad de sondas que pueden recibir las señales de interfaz.

Incluso la intervención de los dispositivos sensores se controla mediante el NC de una manera automática o manual por medio de las instrucciones adecuadas. Por ejemplo, en el control numérico no hay disponible una instrucción de medición que use una señal digital (disparo) producida por el dispositivo sensor externo. Esta instrucción de medición requiere, en general, un desplazamiento entre las partes componentes de la máquina y el sensor, y unas "fotografías" de las posiciones de los ejes de la máquina (detectadas por dispositivos adecuados) bajo el control del dispositivo sensor. El desplazamiento finaliza si se recibe la señal del sensor o, en el caso de la no recepción de esta última, si las partes componentes móviles alcanzan una posición de seguridad límite.

El dispositivo sensor puede ser, por ejemplo, una sonda de contacto o un dispositivo optoelectrónico ("sonda láser") que incluye un transmisor de haz de luz y un receptor de haz de luz y medios para señalar la interrupción de dicho haz. En ambos casos, se incluye una unidad de interfaz para enviar las señales de disparo al NC a través de un canal de medición, que se define, en general, por un cable de conexión.

A veces, un segundo cable acopla el dispositivo sensor o la unidad de interfaz asociada al NC para enviar una señal indicativa del funcionamiento correcto del dispositivo sensor. Por ejemplo, en el caso de que se emplee una "sonda láser", la señal indica que el haz de luz alcanza correctamente el receptor.

Un problema de los aparatos conocidos se refiere a la posibilidad de comprobar el funcionamiento correcto del dispositivo sensor de una manera muy fiable con el fin de evitar la señalización errónea y los desplazamientos incontrolados peligrosos de las partes componentes de la máquina herramienta.

De hecho, no siempre puede disponerse de una segunda entrada física en el NC para el segundo cable de conexión mencionado anteriormente. Además, incluso cuando puede disponerse de la segunda conexión, la posibilidad de un fallo, por ejemplo, en la interfaz o en la segunda conexión, hace que no sea desestimable una señalización positiva errónea. Finalmente, la comprobación es, en cualquier caso, parcial, ya que no se tiene en cuenta la condición del canal de medición, que podría interrumpirse o entrar en cortocircuito con otros conductores.

60 Divulgación de la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar un método para controlar una máquina herramienta de control numérico que supere los problemas de los sistemas conocidos y habilitar unos procesos de comprobación simples, fiables y adaptables con respecto al funcionamiento de los dispositivos sensores conectados al NC y, más en general, una transmisión de información simple y adaptable desde el dispositivo sensor al control numérico.

Este y otros objetos se logran mediante un método de control de acuerdo con la reivindicación 1.

Un sistema de control para realizar un método de control de acuerdo con la presente invención incluye una unidad de control y un dispositivo sensor para cooperar con una parte mecánica, tal como una herramienta o una pieza que se ha mecanizado o tiene que mecanizarse. El dispositivo sensor, por ejemplo un aparato optoelectrónico que detecta la interrupción del haz de luz, habitualmente un haz láser, proporciona señales de medición, relativas a la posición recíproca entre el dispositivo sensor y la parte mecánica, a una unidad de interfaz, que está conectada eléctricamente a la unidad de control a través de un canal digital para la conexión eléctrica. La unidad de interfaz incluye medios de selección adaptados para habilitar selectivamente la transmisión de las señales de medición y de las señales de confirmación a través del canal de conexión digital. La unidad de interfaz incluye una unidad de procesamiento, tal como un microprocesador, para controlar los procesos de habilitación selectiva de las diferentes señales por los medios de habilitación, y la generación y la transmisión de las señales de confirmación. Dichos procesos de habilitación selectiva se controlan mediante mensajes que se transmiten desde la unidad de control a la unidad de interfaz a través de un canal de comunicación genérico, que podría ser, por ejemplo, del tipo serie unidireccional. La unidad de interfaz puede integrarse en el dispositivo sensor.

En un método de control de acuerdo con la presente invención, con una unidad de control que controla la ejecución de una instrucción de medición y detecta una señal de medición digital que se recibe, en consecuencia, dentro de un intervalo de tiempo determinado a través del canal de conexión eléctrica, la unidad de control transmite un mensaje a la unidad de interfaz a través de un canal de comunicación, por ejemplo una secuencia de señales digitales o una conexión serie unidireccional, y controla una instrucción de medición. La unidad de interfaz que recibe dicho mensaje realiza operaciones en función de los contenidos de este último, por ejemplo puede realizarse una verificación de la operatividad y/o prepararse para implementar una estrategia de medición específica, y genera y transmite una señal de confirmación digital a través del canal de conexión eléctrica. La unidad de control detecta la recepción de la señal de confirmación digital dentro del intervalo de tiempo determinado mencionado anteriormente.

Un método de control de acuerdo con la presente invención pueden referirse, por ejemplo, a la comprobación de la operatividad correcta de la cadena de medición que incluye el dispositivo sensor y los medios para transmitir las señales asociadas a la unidad de control. En el caso de que el dispositivo sensor sea un aparato optoelectrónico que incluya un haz de luz y un emisor y un receptor asociados, dicha comprobación puede realizarse generando una secuencia adecuada de controles de encendido y de apagado del emisor, y la observación simultánea del estado del receptor. La ejecución de la instrucción de medición puede implicar desplazamientos recíprocos entre el dispositivo sensor y una parte componente de la máquina herramienta, por ejemplo una herramienta fijada a un husillo asociado.

Breve descripción de los dibujos

A continuación, se describe la invención con referencia a las hojas adjuntas de dibujos, proporcionadas a modo de ejemplo no limitante, en las que:

- la figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de control de una máquina herramienta de control numérico para realizar un método de control de acuerdo con la presente invención,
- las figuras 2a y 2b son diagramas de flujo de un método de control de acuerdo con la presente invención, y
- las figuras 3a y 3b son ilustraciones gráficas de algunas etapas del método de las figuras 2a y 2b.

Mejor modo de realizar la invención

Como se ilustra esquemáticamente en la figura 1, una máquina 1 herramienta incluye un portaherramientas, por ejemplo un husillo 3 que sostiene una herramienta 5. El control 7 numérico ("NC") de la máquina herramienta gestiona (flecha 17) los desplazamientos del husillo 3, tales como rotaciones y traslaciones axiales.

Un dispositivo 9 sensor es, por ejemplo, un aparato optoelectrónico que incluye una "sonda láser", con un emisor 11 y un receptor 13 de un haz 10 de luz, por ejemplo un haz láser, y medios para detectar la interrupción del haz 10. El aparato optoelectrónico puede incluir o un bastidor 12 de soporte que, como se muestra esquemáticamente en la figura 1, sostiene tanto el emisor 11 como el receptor 13, o elementos distintos que incluyen el emisor 11 y el receptor 13, respectivamente, de acuerdo con una realización que se conoce per se y, por lo tanto, no se ilustra con detalle en el presente documento.

Una unidad 15 de interfaz está conectada eléctricamente al dispositivo 9 sensor, en particular al receptor 13. La unidad 15 de interfaz puede o integrarse físicamente en la carcasa del dispositivo 9 sensor, o separarse y conectarse, por ejemplo, a través de un cable eléctrico.

Un canal 20 digital para la conexión eléctrica se implementa, preferentemente, por medio de un cable que une la unidad 15 de interfaz a la unidad 7 de control, y habilita la transmisión a la unidad 7 de control de una señal de medición digital consecuente a la interrupción del haz 10 de luz. Los desplazamientos del husillo 3 con respecto a una pieza mecánica que debe mecanizarse (no visible en el diagrama de la figura 1) o con respecto al dispositivo 9

5 sensor para comprobar las dimensiones o la integridad de la herramienta 5, se controlan y se comprueban mediante el NC 7. En particular, las instrucciones de medición de un tipo conocido se usan para comprobar la integridad de la herramienta 5, o para medir las dimensiones de la misma. Una instrucción de medición provoca un desplazamiento del husillo 3 hacia el dispositivo 9 sensor, y se detecta la interrupción del haz 10 y, a continuación, se transmite a la unidad 7 de control a través del canal 20 digital. Si, tras una instrucción de medición, el desplazamiento del husillo 3 continúa durante un transcurso de tiempo determinado y no se detecta la interrupción del haz 10, se detiene dicho desplazamiento en una posición de seguridad límite.

10 La unidad 15 de interfaz incluye una unidad 22 de procesamiento que incluye, por ejemplo, un microprocesador, o un microcontrolador, o un dispositivo lógico programable que incluye un software de procesamiento adecuado. La unidad 22 de procesamiento comprueba, entre otras cosas, los medios de selección, indicados esquemáticamente en la figura 1 con el número de referencia 24, que habilitan de manera alternativa la transmisión a través del canal 20 digital de señales de pulso de medición (situación mostrada de forma simplificada en la figura 1, en la que el bloque 26 está conectado al receptor 13) y de señales de pulso de otra naturaleza (situación mostrada de forma simplificada en la figura 1, en la que el bloque 28 está conectado funcionalmente a la unidad 22 de procesamiento), por ejemplo señales de confirmación como se ilustrará en lo sucesivo en el presente documento.

20 Un canal de comunicación unidireccional, que se representa de manera simplificada en la figura 1 mediante una flecha y se indica con el número de referencia 30, e incluye, por ejemplo, una conexión serie o un grupo de señales 0-24 V digitales, habilita la transmisión de mensajes desde la unidad 7 de control a la unidad 15 de interfaz, en particular a una puerta 31 conectada funcionalmente a la unidad 22 de procesamiento.

25 A continuación, se describe en el presente documento un método de acuerdo con la presente invención haciendo referencia a los diagramas de flujo de las figuras 2a y 2b, con respecto a la unidad 7 de control y la unidad 15 de interfaz, respectivamente. En particular, el método descrito se refiere a una nueva manera de gestionar las señales de pulso transmitidas desde la unidad 15 de interfaz a la unidad 7 de control, que es adicional a la detección de señales de medición, que se conoce per se y se ha mencionado anteriormente.

30 Los bloques de los diagramas de flujo de las figuras 2a y 2b tienen el siguiente significado:

- 35 bloque 40 - inicio del procedimiento realizado por la unidad 7 de control;
- bloque 41 - envío de un mensaje desde la unidad 7 de control a través del canal 30 unidireccional;
- bloque 42 - ensayo en relación con la finalización de un período de tiempo establecido;
- bloque 43 - ejecución de una instrucción de medición;
- 35 bloque 44 - ensayo en relación con la recepción de una señal de pulso;
- bloque 45 - se registra la recepción de una señal de respuesta;
- bloque 46 - ensayo en relación con el logro de una posición de seguridad límite;
- bloque 47 - se registra la no recepción de una señal de respuesta;
- 40 bloque 48 - fin del procedimiento realizado por la unidad 7 de control;
- bloque 51 - ensayo en relación con la recepción de un mensaje válido a través del canal 30 unidireccional y la puerta 31;
- 40 bloque 52 - se deshabilita la transmisión de señales de pulso de medición a través del canal 20 digital;
- bloque 53 - realización de posibles operaciones requeridas por la señal recibida;
- 45 bloque 54 - se habilita la transmisión, a través del canal 20 digital, de señales de pulso en respuesta a la señal recibida;
- bloque 55 - se genera y se transmite una señal de pulso (o "salto") a través del canal 20 digital;
- 45 bloque 56 - se habilita de nuevo la transmisión de señales de pulso de medición a través del canal 20 digital.

50 En un método de acuerdo con la presente invención, se envía un mensaje desde la unidad 7 de control a través del canal unidireccional (bloque 41). El mensaje puede incluir, por ejemplo:

- 55 (a) una solicitud para verificar la eficiencia y la operatividad de la cadena de medición que incluye el dispositivo 9 sensor,
- (b) una solicitud para accionar una estrategia específica de uso del dispositivo 9 sensor (por ejemplo, en el caso de usar una sonda láser, dicha estrategia puede consistir sustancialmente en medir la longitud de la herramienta 5, o verificar la integridad de la herramienta 5, o verificar la presencia de excentricidad o "agotamiento", etc.),
- (c) la transmisión de parámetros de medición auxiliares (por ejemplo, características de la herramienta 5, como la velocidad de rotación y el número de bordes de corte; intensidad del haz 10 láser, etc.),
- 60 (d) una solicitud sobre el resultado de una verificación (por ejemplo, la herramienta 5 es integral/está dañada, o la herramienta está montada correctamente, o la herramienta está sufriendo "agotamiento", etc.).

65 Si fuera necesario, una vez que ha transcurrido un período de tiempo determinado para evitar "golpes críticos", es decir, un período de tiempo que es suficiente para garantizar que la unidad 7 de control y la unidad 15 de interfaz han alcanzado una condición de asentamiento (bloque 42), la unidad 7 de control envía una instrucción de medición (bloque 43) que provoca un desplazamiento consecuente del husillo 3 en una trayectoria de longitud prefijada. En la figura 1, las letras A y B indican esquemáticamente las posiciones límite de dicha trayectoria, en la que B representa

una posición de seguridad límite. Como se desvela en lo sucesivo en el presente documento, la instrucción de medición finalizará debido a la recepción de la señal de pulso de confirmación o, en el caso de la no recepción de esta última, debido a la consecución de la posición B de seguridad límite, después del transcurso de un intervalo de tiempo determinado.

5 En el caso de que se reciba un mensaje válido por la unidad 15 de interfaz (bloque 51), y alcance la unidad 22 de procesamiento a través de la puerta 31, la transmisión de señales de pulso de medición a través del canal 20 digital se deshabilita (bloque 52) por medio de los medios 24 de selección. Debe señalarse que, en el ejemplo de la figura 1 que incluye la sonda 9 láser, dichas señales de pulso de medición son sensibles a la interrupción del haz 10 de luz. 10 Bajo el control de los medios 22 de procesamiento (bloque 53), se realizan posibles operaciones que se requieren por el mensaje recibido tales como, como se ha mencionado anteriormente, la verificación de la operatividad de la sonda 9 láser o el accionamiento de una estrategia de medición específica. Una vez que se ha habilitado la transmisión a través del canal 20 digital (medios 24 de selección, bloque 54), se genera y se transmite una señal de pulso de confirmación en respuesta a dicho mensaje, aún bajo el control de los medios 22 de procesamiento (bloque 15 55). El significado de la respuesta proporcionada al NC 7 a través de la señal de pulso varía de un caso a otro. Haciendo referencia a los ejemplos de mensajes mencionados anteriormente, dicho significado es uno de los siguientes:

- (a) resultado positivo de la verificación en relación con la eficiencia y la operatividad de la cadena de medición;
- (b) se ha recibido la solicitud;
- (c) se han recibido los parámetros;
- (d) resultado positivo de la verificación requerida (por ejemplo, la herramienta 5 es integral, o se ha montado correctamente, o no sufre "agotamiento").

25 Después del envío de la señal de pulso de confirmación, la unidad 22 de procesamiento se dispone para deshabilitar, por los medios 24 de selección, la transmisión de otras señales de confirmación y para habilitar de nuevo la transmisión de señales de pulso de medición (bloque 56), a la espera de posibles nuevos mensajes para el NC 7.

30 Después del envío de la instrucción de medición, como se ha desvelado anteriormente, el control 7 numérico comprueba si se ha recibido la señal de confirmación (bloque 44) a través del canal 20 digital, o si se ha alcanzado la posición B de seguridad límite (bloque 46) después del transcurso de un intervalo de tiempo determinado, sin la recepción de ninguna señal. En los casos anteriores, y en este último, se registra la recepción de la señal de confirmación (bloque 45) o la no recepción de esta última (bloque 47). En este último caso, podría enviarse de nuevo un mensaje (línea discontinua de la figura 2a). En resumen, con referencia a las representaciones gráficas de las 35 figuras 3a y 3b referentes a las acciones del NC 7 y las acciones de la unidad 15 de interfaz, respectivamente, el NC 7 envía, en el instante  $t_0$ , un mensaje M que incluye solicitudes y/o instrucciones para la unidad 15 de interfaz y, después del transcurso de un breve intervalo  $\Delta t$  de tiempo, envía una instrucción I de medición. Si la unidad 15 de interfaz no reconoce el mensaje y, por lo tanto, lo ignora, la instrucción de medición finaliza después del transcurso del intervalo  $t_f - t_i$  de tiempo cuando se alcanza la posición B de seguridad límite. Por el contrario, si se reconoce el 40 mensaje (figura 3b, referencia R), se realiza la acción V requerida por el NC 7 y, consistentemente con esta última, se envía la "información" adecuada por medio de una señal de confirmación ACK a través del canal 20 digital. Preferentemente, la señal de confirmación ACK consiste en un pulso que tiene una duración adecuada que garantiza una mejor protección contra una señalización errónea debida a interrupciones de la conexión o 45 cortocircuitos, con respecto a una solución alternativa que incluye un nivel de señal estático. El uso de un sistema y un método de acuerdo con la presente invención proporciona diversas ventajas con respecto a los sistemas y los métodos conocidos, entre otras

- un aumento de las funciones que pueden obtenerse del conjunto de la unidad de dispositivo sensor/interfaz gracias a la disponibilidad de un protocolo que emplea un recurso base, tal como el canal de medición físico,
  - una simplificación considerable de las aplicaciones, debido a que se reduce el número de señales de conexión auxiliares que es necesario prever entre el NC y la unidad de interfaz,
  - la posibilidad de comprobar el funcionamiento de toda la cadena de medición de una manera exhaustiva y fiable.
- Entre otras cosas, de esta manera se reduce la probabilidad de que se produzcan colisiones en la máquina herramienta durante los procedimientos de medición, por ejemplo usando la sonda láser.

En particular, un método para comprobar la eficiencia y la operatividad de la cadena de medición de acuerdo con la presente invención puede incluir algunas etapas específicas que pueden identificarse en los diagramas de flujo de las figuras 2a y 2b, como se desvela en lo sucesivo en el presente documento.

60 En una fase de inicialización (bloque 40) el NC controla un desplazamiento del husillo 3 que sostiene la herramienta 5 a una posición A tal que, durante el movimiento de medición posterior hacia la posición B límite, la herramienta 5 u otras partes componentes móviles de la máquina no interfieran con el haz 10 de luz de una manera continua. El diagrama de la figura 1 hace referencia a esta situación.

5 A continuación, el NC 7 transmite, incluso más de una vez si fuera necesario, un mensaje (bloque 41) que incluye la solicitud de "verificación de la eficiencia de la cadena de medición". Cuando la unidad 15 de interfaz recibe un mensaje válido (bloque 51), continúa con las operaciones de comprobación que se controlan mediante la unidad 22 de procesamiento (bloque 53) y que consisten, por ejemplo, en la generación de una secuencia adecuada de controles de encendido y apagado del emisor 11, y en la observación simultánea del estado del receptor 13.

10 Si la verificación correspondiente al bloque 53 tiene un resultado positivo (y solo en este caso), la transmisión (bloque 54) se habilita por medio de los medios 24 de selección, y la unidad 22 de procesamiento (bloque 55) provoca la generación y la transmisión de una señal de pulso de confirmación ACK, a través del canal 20 digital.

15 Después de la transmisión del mensaje, el NC 7 espera (bloque 42) durante un período de tiempo que es necesario para habilitar el conjunto de unidad 15 de interfaz/dispositivo 9 de sensor para realizar las verificaciones de eficiencia mencionadas anteriormente y para enviar la posible señal de confirmación ACK, y envía la instrucción de medición (bloque 43). A continuación, el NC 7 espera la señal de confirmación ACK (bloque 44) o la consecución, después del transcurso del intervalo  $t_f - t_i$  de tiempo, de la posición B límite (bloque 46).

20 De esta manera, el NC 7 recibe la señal de confirmación ACK solo si funciona correctamente toda la cadena de medición (emisor 11, receptor 13, unidad 15 de interfaz, cables de conexión que implementan el canal 20 digital, partes componentes y software del NC 7). Para este fin, la opción del movimiento de la herramienta 5 entre las posiciones A y B que no interfieren con el haz 10 de luz en la ejecución de la instrucción de medición garantiza que las operaciones de comprobación descritas con referencia al bloque 53 sean correctas.

25 La información relativa al funcionamiento correcto se transmite por medio del canal 20 que es el mismo canal que el que transmite la señal de medición. Por el contrario, en algunos sistemas conocidos, este tipo de información se transmite por medio de un canal de comunicación adicional que puede estar sometido a fallos de funcionamiento distintos de los relativos a la cadena de medición y, debido a tales fallos de funcionamiento, podría transmitir una respuesta falsa, provocando de este modo consecuencias negativas.

30 Aunque el ejemplo de la figura 1 muestra una sonda láser, un sistema y un método de acuerdo con la presente invención pueden incluir y hacer referencia a dispositivos sensores de diferente tipo, por ejemplo una sonda de disparo por contacto o sonda de contacto que, tras los desplazamientos de las partes componentes de la máquina herramienta que se controlan mediante el NC 7, toca la superficie de una pieza que debe comprobarse (herramienta o pieza que se ha mecanizando o tiene que mecanizarse), y tras la desviación de un brazo móvil, transmite señales asociadas.

35 Un método de acuerdo con la presente invención para comprobar la eficiencia y la operatividad de una cadena de medición que incluye una sonda de contacto permite obtener excelentes resultados, aunque esta verificación no pueda ser tan completa como las realizadas en los casos que incluyen la sonda láser. De hecho, mientras que en el caso mostrado en los dibujos y descrito anteriormente, la unidad de interfaz puede simular la interferencia entre el dispositivo sensor y la parte mecánica de una manera autónoma, es decir, puede interrumpir el haz 10 de luz apagando el emisor 11, no es posible simular el contacto entre la parte mecánica y la sonda de contacto de una manera similar, es decir, desviar el brazo móvil de una manera autónoma.

45 Otro ejemplo de aplicación en la que puede usarse ventajosamente un método de acuerdo con la presente invención se refiere a la posibilidad de que la unidad 7 de control gestione directamente algunos recursos relacionados con la unidad 15 de interfaz, sin emplear unidades lógicas dedicadas, tales como "PLC". Por ejemplo, la unidad 7 de control puede controlar el desplazamiento de avance o el desplazamiento de retracción de un deslizador hidráulico que sostiene la sonda 9 láser, y reconocer cuándo alcanza el deslizador las posiciones de detención finales al final de su carrera.

50 Para ello, se ejecuta un programa de aplicación en el NC 7. A través del canal 30 serie unidireccional, este programa envía, en primer lugar, un mensaje que requiere el movimiento de avance del deslizador, y ejecuta una instrucción de desplazamiento/medición para recibir la respuesta del láser.

55 La unidad 15 de interfaz reconoce el mensaje, activa una de sus salidas digitales que controlan el desplazamiento de avance del deslizador, por ejemplo por medio de una electroválvula, y transmite al NC 7 una señal de pulso de confirmación ACK a través del canal 20 digital.

60 El NC 7 recibe la señal de pulso y, en consecuencia, toma nota de la correcta ejecución de las instrucciones incluidas en el mensaje transmitido. A continuación, el NC 7 envía un nuevo mensaje que incluye una solicitud para comprobar una condición lógica correspondiente a una situación específica (por ejemplo, "alcanzar la posición de detención final del deslizador") y ejecuta una instrucción de desplazamiento/medición para recibir la respuesta de la unidad 15 de interfaz.

La unidad 15 de interfaz reconoce el mensaje, y como consecuencia se realizan ecuaciones lógicas en la unidad 22 de procesamiento hasta que se genera un valor "VERDADERO" (es decir, el deslizador alcanza la posición de detención final). En este punto, se envía una señal de confirmación ACK a través del canal 20 digital.

5 Si el NC 7 no recibe la señal de confirmación ACK dentro de un transcurso de tiempo adecuado (igual al intervalo  $t_f - t_i$  de tiempo que es necesario para realizar toda la trayectoria requerida por la instrucción I de desplazamiento/medición), se entiende que no se ha realizado correctamente el desplazamiento requerido y, por lo tanto, activa las acciones consecuentes, tales como repetir la solicitud o interrumpir el ciclo enviando un mensaje de alarma. Es posible proceder de manera similar en relación con el desplazamiento de retracción del deslizador.

10 En la práctica, puede usarse en la máquina herramienta un dispositivo externo (en el ejemplo descrito en el presente documento, el dispositivo 9 sensor con la unidad 15 de interfaz) sin que se trate expresamente del PLC, es decir, sin que exista la necesidad de implementar conexiones físicas con este último, y de añadir ecuaciones al programa ya existente. En muchos casos es suficiente, como se ha desvelado anteriormente, conectar el NC 7 a dicho dispositivo externo por medio de una conexión serie unidireccional, y los mensajes pueden gestionarse por completo mediante los programas de aplicación, que pueden modificarse fácilmente, del NC 7.

15 Los sistemas y los métodos de control de acuerdo con la presente invención pueden incluir realizaciones alternativas con respecto a las que hasta ahora se han descrito, e ilustrado en las figuras, en el presente documento.

20 En particular, los medios de selección, mostrados de forma simplificada en la figura 1 e indicados con el número de referencia 24, y los bloques 26 y 28 asociados para habilitar/deshabilitar las señales de medición y las señales de respuesta pueden implementarse en diferentes métodos, conocidos per se, por medio de las instrucciones de la unidad 22 de procesamiento y/o los medios de circuito.

25 Como ya se ha indicado, los mensajes de solicitud/instrucción transmitidos desde el NC 7 a la unidad 15 de interfaz pueden ser de diversa naturaleza, y no se limitan al tipo de mensajes que se han mencionado en el presente documento solo a modo de ejemplo. En general, dichos mensajes pueden tener un grado de complejidad variable, y permiten que la unidad 15 de interfaz interactúe con la unidad 7 de control transmitiendo señales de pulso simples a través del canal 20, que es el mismo canal que el usado para transmitir las señales de medición.

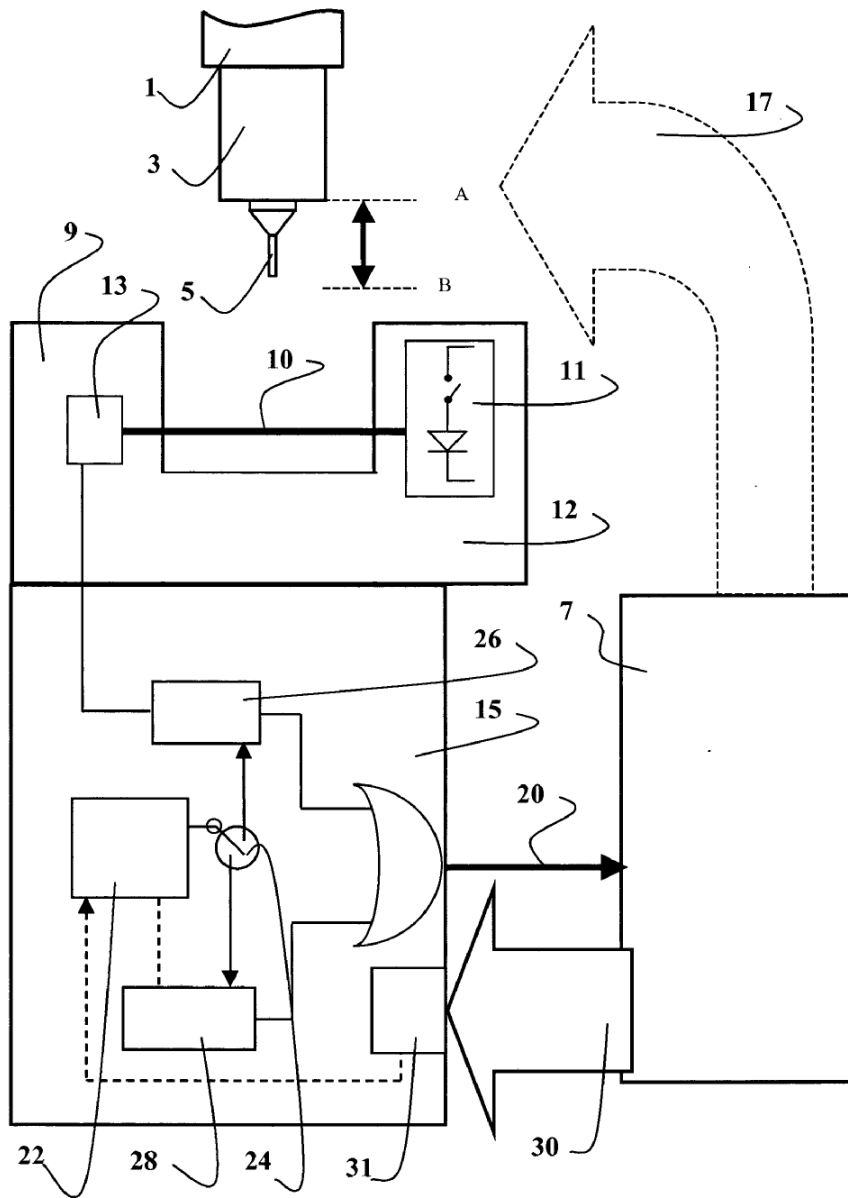
30 En algunos casos, las unidades de control podrían permitir leer el estado de la entrada de medición sin que exista la necesidad de ejecutar una instrucción de medición. Sin embargo, incluso en estos casos, es ventajoso usar un sistema de control de acuerdo con la presente invención, en el que las señales de medición y las señales de confirmación simples puedan transmitirse alternativamente a través del mismo canal digital, desde la unidad de interfaz del dispositivo sensor a la unidad de control.

**REIVINDICACIONES**

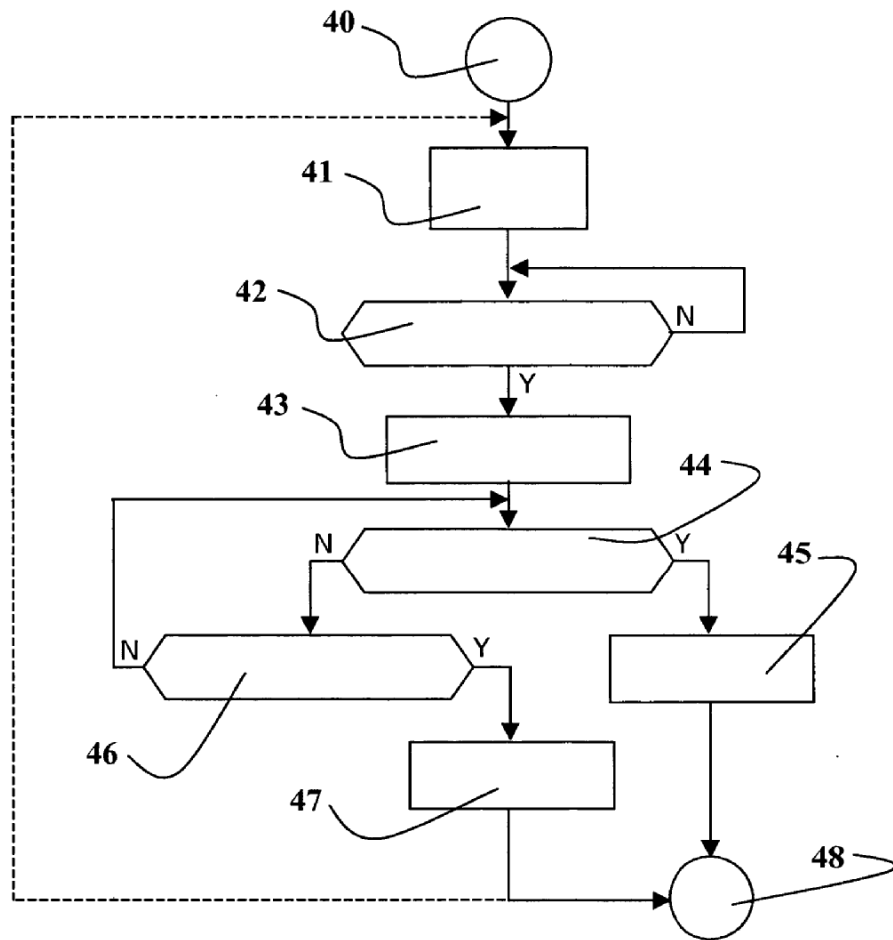
1. Un método para controlar una máquina herramienta de control numérico por medio de un sistema con un dispositivo (9) sensor, una unidad (7) de control, una unidad (15) de interfaz conectada eléctricamente al dispositivo (9) sensor y a la unidad (7) de control para proporcionar una señal de disparo a la unidad de control, y un canal (20) digital que incluye un cable de conexión para la conexión eléctrica entre la unidad (15) de interfaz y la unidad (7) de control, estando la unidad (7) de control adaptada para controlar la ejecución de las instrucciones (I) de medición y para detectar las señales de medición digitales recibidas en consecuencia dentro de un intervalo ( $t_f-t_i$ ) de tiempo determinado a través de dicho canal (20) digital, caracterizado por las siguientes etapas:
- la unidad (7) de control
- transmite (41) un mensaje (M) a la unidad (15) de interfaz a través de un canal (30) de comunicación diferente de dicho canal (20) digital, y
  - controla (43) la ejecución de una instrucción (I) de medición,
- la unidad (15) de interfaz
- recibe (51) dicho mensaje (M),
  - deshabilita (52) la transmisión de dichas señales de medición digitales a través de dicho canal (20) digital,
  - realiza (53) operaciones (V) consecuentes con los contenidos del mensaje (M), y
  - genera y transmite (55) una señal de confirmación digital (ACK), en relación con las operaciones (V) realizadas, a través de dicho canal (20) digital para la conexión eléctrica, y
- la unidad (7) de control
- finaliza (48) la instrucción (I) de medición, debido a la recepción (45) de la señal de confirmación digital (ACK) o, en el caso de la no recepción (47) de esta última, después del transcurso de dicho intervalo ( $t_f-t_i$ ) de tiempo determinado.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha señal de confirmación digital (ACK) es indicativa de la recepción correcta del mensaje (M).
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichas operaciones (V) son operaciones (V) de verificación requeridas en los contenidos del mensaje (M), siendo la señal de confirmación digital (ACK) indicativa del resultado positivo de dichas operaciones (V) de verificación.
4. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que, después de la generación y la transmisión (55) de dicha señal de confirmación digital (ACK), la unidad (15) de interfaz deshabilita la transmisión de otra señales de confirmación y habilita (56) la transmisión de señales de medición digitales.
5. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, para controlar una máquina herramienta de control numérico, en el que el dispositivo sensor de dicho sistema es un aparato (9) optoelectrónico que detecta la interrupción de un haz (10) de luz e incluye un emisor (11) y un receptor (13) de dicho haz (10) de luz.
6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dicho mensaje (M) es una solicitud para comprobar la eficiencia de una cadena de medición que incluye dicho emisor (11), dicho receptor (13), la unidad (15) de interfaz y el cable de conexión del canal (20) digital, siendo dicha señal de confirmación digital (ACK) indicativa de la conclusión positiva de dicha comprobación de la eficiencia de la cadena de medición.
7. El método de acuerdo con la reivindicación 6 que depende de la reivindicación 3, en el que dichas operaciones (V) de verificación requeridas en los contenidos del mensaje (M) incluyen (53) la generación de una secuencia adecuada de controles de encendido y de apagado para el emisor (11), y la observación simultánea del estado del receptor (13).
8. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la ejecución de la instrucción (I) de medición incluye desplazamientos recíprocos entre el dispositivo (9) sensor y al menos una parte (3,5) componente de la máquina herramienta.
9. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la ejecución de la instrucción (I) de medición incluye desplazamientos recíprocos entre el dispositivo (9) sensor y un portaherramientas (3) de la máquina herramienta.
10. El método de acuerdo con la reivindicación 9 que depende de una de las reivindicaciones 5, 6 o 7, en el que dicha unidad (7) de control, antes de controlar (43) la ejecución de la instrucción (I) de medición, controla (40) un desplazamiento del portaherramientas (3) a una posición (A) tal que, en el curso de dichos desplazamientos



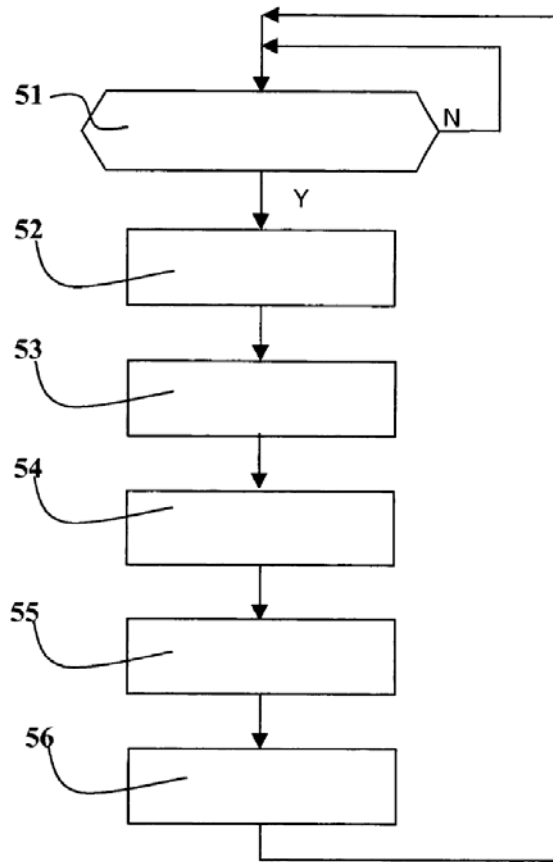
recíprocos incluidos en la instrucción (1) de medición, el portaherramientas (3), una herramienta (5) conectada a dicho portaherramientas (3), u otras partes componentes móviles de la máquina no interfieren con el haz (10) de luz de una manera continua.



**FIG. 1**

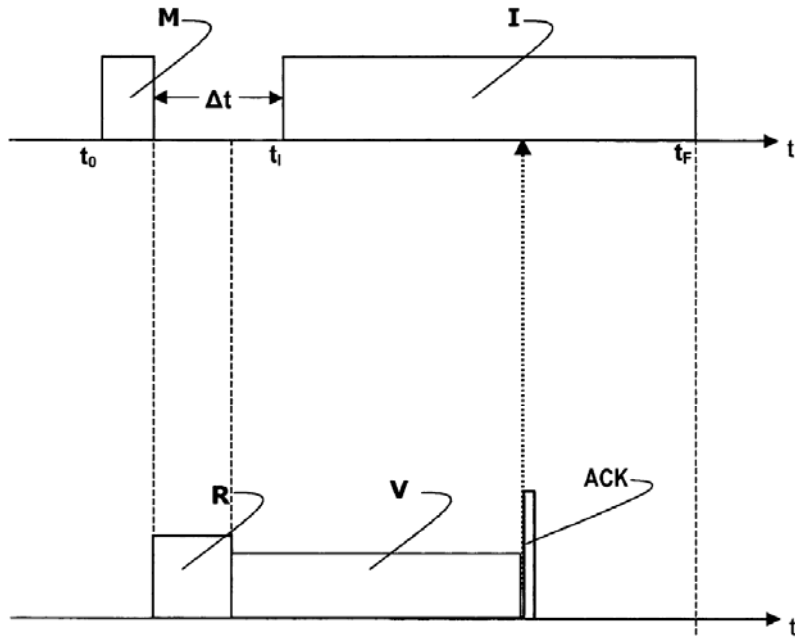


**FIG. 2a**



**FIG. 2b**

**FIG. 3a**



**FIG. 3b**

