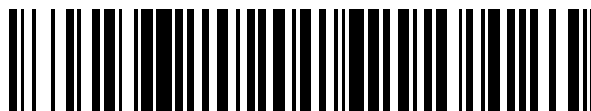


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 618 296**

51 Int. Cl.:

G01B 21/04 (2006.01)

G01B 5/012 (2006.01)

G01B 7/012 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.07.2014 PCT/EP2014/066407**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.02.2015 WO2015014901**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.07.2014 E 14749748 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2016 EP 3028005**

54 Título: **Sonda táctil, circuitos relacionados y procedimientos para el tratamiento de la señal**

30 Prioridad:

01.08.2013 IT BO20130426

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

21.06.2017

73 Titular/es:

**MARPOSS SOCIETA' PER AZIONI (100.0%)
Via Saliceto 13
40010 Bentivoglio (BO), IT**

72 Inventor/es:

**PADOVANI, ROBERTO y
DONDI, DANIELE**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 618 296 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

Sonda táctil, circuitos relacionados y procedimientos para el tratamiento de la señal

5 Campo técnico

10 La presente invención se refiere a una sonda táctil para la verificación de la posición y/o de las dimensiones de una pieza de trabajo, que comprende un bastidor de soporte y de protección con un área de reposo y de referencia, un conjunto de brazo que es móvil con respecto a y está parcialmente alojado en el bastidor de soporte y de protección, que comprende un palpador adaptado para tocar la pieza de trabajo que se va a verificar y un brazo que transporta el palpador, un dispositivo de empuje adaptado para forzar el conjunto de brazo contra el área de reposo y de referencia, un sistema de restricción y de colocación, dispuesto entre el conjunto de brazo y el bastidor de soporte y de protección en el área de reposo y de referencia, que comprende un sistema de reposo con topes mecánicos de referencia y contactos que se cierran cuando los elementos mecánicos del conjunto de brazo cooperan con los elementos mecánicos del bastidor de soporte y de protección, los topes mecánicos de referencia estando adaptados para definir una posición de reposo de la sonda táctil y un circuito de procesamiento adaptado para detectar el estado de los contactos y proporcionar una señal indicativa de la posición de reposo cuando todos los contactos están cerrados.

20 La invención también se refiere a un procedimiento para procesar una señal que es emitida de salida por una sonda táctil para la verificación de la posición y/o de las dimensiones de una pieza de trabajo, que comprende un bastidor de soporte y de protección, un conjunto de brazo que es móvil con respecto a y está parcialmente alojado en el bastidor de soporte y de protección, un sistema de reposo con topes mecánicos de referencia y contactos que se cierran cuando los elementos mecánicos del conjunto de brazo cooperan con los elementos mecánicos del bastidor de soporte y de protección, los topes mecánicos de referencia estando adaptados para definir una posición de reposo de la sonda táctil, un circuito de procesamiento para detectar el estado de los contactos y proporcionar una señal indicativa de la posición de reposo cuando todos los contactos están cerrados.

30 Técnica anterior

Las sondas táctiles son herramientas electromecánicas ampliamente utilizadas en máquinas de medición por coordenadas y máquinas herramienta, particularmente centros de mecanizado y tornos, para la verificación de piezas de trabajo, mecanizadas o que se van a mecanizar, herramientas, bancadas de máquinas, etcétera.

35 Como se describe por ejemplo en la patente americana US número US4153998A, las sondas de este tipo generalmente incluyen una estructura o bastidor de soporte, y un conjunto de brazo que es móvil con respecto al bastidor y que comprende un brazo que transporta un palpador adaptado para tocar la pieza de trabajo que se va a verificar. En particular, el conjunto de brazo está acoplado al bastidor en topes mecánicos de referencia entre elementos fabricados de material conductor que definen pares de contactos eléctricos típicamente en serie, que son parte de un circuito eléctrico.

45 Cuando la sonda descansa en la posición de reposo, el conjunto de brazo está acoplado al bastidor en todos los topes mecánicos de referencia bajo el empuje de un resorte. La abertura y el cierre de los contactos eléctricos se detectan mediante la verificación, por ejemplo, de las variaciones en la resistencia a través de estos contactos. Cuando el palpador toca la pieza de trabajo, una fuerza exterior actúa en oposición al empuje del resorte en el conjunto de brazo, causando la liberación gradual del último con respecto al bastidor en correspondencia con por lo menos un contacto. El valor de la resistencia a través de uno o más contactos aumenta progresivamente hasta que excede de un valor determinado, dando lugar a una señal de salida indicativa de que la sonda se está alejando de la posición de reposo, como consecuencia del contacto entre el palpador y la pieza de trabajo que se va a verificar. En las sondas táctiles, a fin de que la verificación sea repetible y fiable, es importante, cuando cesa el contacto entre el palpador y la pieza de trabajo, la sonda vuelve a su posición de reposo.

55 Este requisito también está presente en las sondas en las que el contacto entre el palpador y la pieza de trabajo es detectado por sensores de diferentes tipos, por ejemplo sensores piezoeléctricos o galgas extensiométricas las cuales emiten una señal indicativa de la fuerza total aplicada a la sonda. En este caso, el acoplamiento entre el conjunto de brazo y el bastidor y el circuito eléctrico correspondiente puede ser utilizado como dispositivos auxiliares para detectar si realmente ha existido o no un contacto entre el palpador y la pieza de trabajo y por consiguiente la sonda, respectivamente, no está en la posición de reposo o sí que está. Con más detalle, puesto que los sensores no siempre son capaces de transmitir información sobre el estado del sistema y en particular sobre la flexión del conjunto de brazo con respecto al bastidor, por ejemplo en el momento que sigue inmediatamente a la emisión de la señal, dicho acoplamiento y el circuito eléctrico relativo pueden ser utilizados para derivar una información de este tipo. Una sonda de este tipo se describe en la solicitud de patente internacional publicada bajo el número WO2012055866.

65 En las sondas táctiles anteriormente mencionadas, particularmente si se utilizan para una verificación repetida, el

problema de la señalización incorrecta del retorno de la sonda a la posición de reposo puede aparecer en la práctica. En particular, cuando cesa el contacto entre el palpador la pieza de trabajo, cuando el conjunto de brazo se acopla otra vez al bastidor en los topes mecánicos de referencia bajo el empuje del resorte, la posición de reposo puede no ser restablecida y/o señalada correctamente, por ejemplo debido al hecho de que el valor de la resistencia detectada en correspondencia con por lo menos un contacto no está por debajo de un umbral determinado.

Un circuito y un procedimiento que intenta resolver parcialmente este problema se describe en la solicitud de patente europea publicada bajo el número EP0501681A1. La solicitud se refiere a una sonda que incluye un circuito eléctrico para un procesamiento de señales que comprende de componentes activos, por ejemplo transistores, y a un procedimiento para la verificación el cual comprende una etapa de limpieza de los contactos. Sin embargo, entre las principales desventajas de esta técnica conocida, existe un incremento en el tiempo de respuesta de la sonda debido a retrasos introducidos por el tiempo de conmutación de los componentes activos y la etapa adicional de limpieza de los contactos y el riesgo de dañado de la superficie de los contactos debido a las altas corrientes que pueden fluir en el circuito.

Soluciones más complejas proporcionan indicaciones de la instalación del conjunto de brazo cuando la sonda no está operativa. Por ejemplo, según la solución presentada en la patente americana número US5090131A, cada tope mecánico de referencia está equipado con galgas extensiométricas, las cuales miden en todas las direcciones las desviaciones del conjunto de brazo con respecto a una posición de referencia previamente determinada de modo que estas desviaciones son tenidas en cuenta en la última verificación. Esta técnica conocida, sin embargo, requiere circuitos complejos, que son caros y en la mayoría de los casos difíciles de fabricar.

El documento de patente WO92/09862 describe una sonda táctil en la que señales de disparos erróneos que indican la posición de reposo son eliminadas debido a propiedades mecánicas particulares de las bolas de contacto.

Revelación de la invención

El objeto de la presente invención es realizar una sonda táctil para la verificación de la posición y/o de las dimensiones de una pieza de trabajo y un procedimiento para procesar una señal, por ejemplo una señal que es emitida de salida por una sonda táctil adaptada para la verificación de la posición o de las dimensiones de una pieza de trabajo en máquinas de medición por coordenadas o máquinas herramienta, dicha sonda táctil y dicho procedimiento estando libres de los inconvenientes anteriormente descritos y, de forma concurrente, e implantados fácilmente y de forma barata.

Según la presente invención, éste y otros objetos se consiguen mediante una sonda táctil y un procedimiento para el procesamiento de señales según la reivindicación 1 y la reivindicación 8, respectivamente, las cuales forman una parte integral de la presente descripción.

Objetos y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto a partir de la descripción detallada que sigue a continuación, que concierne una forma de realización preferida de la invención, proporcionada únicamente a título de ejemplo no restrictivo, con referencia a los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se describe ahora con referencia a las hojas de los dibujos adjuntos, proporcionados a título de ejemplos no limitativos en los cuales:

- la figura 1 es una vista esquemática de una sección longitudinal de una sonda táctil según la presente invención;

- la figura 2 ilustra de un modo esquemático una sección longitudinal a mayor escala de un componente de la sonda táctil según la presente invención;

- la figura 3 es un diagrama esquemático de los bloques del circuito de un sistema de procesamiento de señales en una sonda táctil según una forma de realización preferida de la invención;

- la figura 4 es un diagrama esquemático de los bloques del circuito de un conjunto de acondicionamiento de señales en el interior de dicho sistema de procesamiento;

- la figura 5 es un diagrama esquemático de los bloques del circuito de un sistema de procesamiento de señales en una sonda táctil según una forma de realización diferente de la invención; y

- la figura 6 ilustra una máquina de estado finito implantada por la electrónica de procesamiento según una forma de realización diferente de la invención.

Mejores modos de llevar a cabo la invención

La figura 1 muestra de un modo esquemático la sección de una sonda táctil 100 para la verificación de la posición y/o de las dimensiones de una pieza de trabajo 20. En una forma de realización preferida de la invención, la sonda 100 incluye, por ejemplo, y una estructura o bastidor de soporte y de protección 2 que define un eje longitudinal A y un conjunto de brazo 3 que es móvil con respecto a y está parcialmente alojado en el bastidor 2. El conjunto de brazo 3 comprende un brazo 4 que transporta un palpador 5 adaptado para tocar la pieza de trabajo 20 que se va a verificar. Un dispositivo de empuje con un resorte de compresión 8 está colocado entre el bastidor 2 y el conjunto de brazo 3 y empuja al último contra un área de reposo y de referencia 7 del bastidor 2.

Un sistema de restricción y de colocación está instalado entre el conjunto de brazo 3 y el bastidor 2, en el área de reposo y de referencia 7. Dicho sistema de restricción y de colocación comprende un sistema de reposo con topes mecánicos de referencia 10 definidos por la cooperación de elementos mecánicos del conjunto de brazo 3 con elementos mecánicos adicionales del bastidor 2, idealmente instalados de un modo circular y equidistantes unos de otros. Por ejemplo, el sistema de reposo puede ser isostático con tres topes mecánicos de referencia 10, cada uno de los cuales está definido por dos esferas 12, únicamente uno de ellos es visible la figura 1, fijados al bastidor 2 y adaptados para definir un asiento en forma de V y por un elemento radial 11 con forma cilíndrica que es parte del conjunto de brazo 3. Las esferas 12 y el elemento radial 11 están enteramente realizados, de otra manera por lo menos parcialmente cubiertos, por material conductor o semiconductor, en general caracterizado por una conductividad previamente determinada dentro de una gama definida de valores. Cada elemento radial 11 puede cooperar separadamente con cada una de las dos esferas 12 en un punto de un área ideal o contacto 13 (figura 2), por ejemplo un contacto eléctrico.

En el área de reposo y de referencia 7, la sonda 100 incluye también un sistema de detección 15, separado de los contactos 13, que comprende por ejemplo por lo menos un elemento piezoeléctrico laminar o transductor conectado al bastidor 2 y sustancialmente instalado en un plano perpendicular con respecto al eje longitudinal A. El transductor piezoeléctrico laminar tiene la capacidad de convertir los casos de compresión o descompresión a que es sometido en señales eléctricas indicativas de la variación de la fuerza que soporta. El sistema de detección 15 con el transductor piezoeléctrico laminar transmite a un circuito de procesamiento 30 señales de control que son procesadas y utilizadas de un modo conocido por sí mismo para la verificación, como se ha mencionado antes en este documento, de la posición y/o de las dimensiones de la pieza de trabajo 20. Más detalles sobre una sonda táctil con un transductor piezoeléctrico laminar se describen en la solicitud de patente internacional ya mencionada publicada bajo el número WO2012055866.

Electrónica de procesamiento está colocada en el interior de la estructura de soporte 2 e incluye el circuito de procesamiento 30, al cual ambos las esferas 12 y el sistema de detección 15 están conectados por medio de conductores eléctricos representados por conexiones dibujadas con línea gruesa.

En una forma de realización preferida de la invención, como se ilustra esquemáticamente en la figura 3, todos los elementos radiales 11 están conectados a un potencial conocido, generalmente nulo, y cada esfera 12 está conectada por ejemplo a un conjunto de acondicionamiento 29 del circuito de procesamiento 30. Los contactos 13, los cuales son seis en el ejemplo ilustrado, para ser más precisos las ramas del circuito cada una comprendiendo un contacto 13 definido por un elemento radial 11 y una de las dos esferas 12 con la cual coopera un elemento radial de este tipo 11, y un conjunto de acondicionamiento 29, están de forma ventajosa conectados juntos en paralelo. De este modo el circuito de procesamiento 30 es capaz de detectar individualmente el estado de cada uno de los seis contactos 13, y en otras palabras si cada contacto individual 13 está cerrado o abierto. El circuito de procesamiento 30 incluye también un convertidor analógico/digital 35 y un micro control 36. El último está adaptado, entre otras cosas, para procesar ambas señales de control transmitidas por el sistema de detección 15 para la emisión correcta de la señal indicativa de la variación de la fuerza total y las señales sobre el estado de las esferas 12, por ejemplo el potencial de cada una de ellas, que proporcionan indicación sobre el número de contactos 13 cerrados, esto es la posición mutua entre el conjunto de brazo 3 y el área de reposo y de referencia 7 del bastidor 2.

A fin de ilustrar mejor el circuito de procesamiento de una sonda táctil según la presente invención y un procedimiento de procesamiento correspondiente, la figura 4 muestra algunos de los componentes principales de un diagrama esquemático de bloques del circuito y únicamente un conjunto de acondicionamiento 29, un diagrama de este tipo siendo el mismo para los otros. El potencial asociado a la esfera 12, la última no siendo visible en la figura 4, viene dado por un divisor de tensión entre una resistencia de desviación 32 conectada a una tensión de suministro V_A y una resistencia de contacto asociada al contacto 13 entre la esfera 12 y el elemento radial 11 con el que coopera.

El divisor de tensión genera, según un principio de funcionamiento conocido, un potencial que es transmitido a un comparador 33, el umbral del mismo está fijado a un valor de referencia V_T , preferiblemente programable, el cual produce una señal representativa del estado del contacto correspondiente 13. Cuando el contacto 13 está cerrado, en teoría la resistencia a través del mismo es nula, el potencial de entrada del comparador 33 es nulo y su potencial de salida es alto, generalmente igual a la tensión de suministro de dicho comparador 33. Cuando el contacto 13 está sustancialmente abierto cuando el elemento radial 11 se aleja de la esfera en la que descansa, en teoría la resistencia es infinita (en la práctica, mayor que un determinado valor), el potencial de entrada del comparador 33

corresponde a aquél del generador de tensión V_A y su potencial de salida es bajo, por ejemplo igual a cero. El conjunto de acondicionamiento 29 comprende también un circuito de ajuste de la señal 34, conectado al comparador 33 y diseñado por ejemplo para filtrar y amplificar la señal.

5 Los potenciales de salida de los circuitos de ajuste de la señal 34, cada uno convenientemente convertido en un número digital a través del convertidor analógico/digital 35, son procesados por el micro control 36 a fin de tener una indicación sobre el número de contactos cerrados 13 y proporcionar, sobre la base de una indicación de este tipo, una señal indicativa de la posición de reposo de la sonda 100.

10 Un procedimiento para el procesamiento de la señal según la presente invención se describe en lo que sigue a continuación.

15 Cuando la sonda 100 descansa en la posición de reposo inicial, esto es en ausencia de contacto entre el palpador 5 y la pieza de trabajo 20 que se va a verificar, bajo la acción del resorte 8, los tres elementos radiales 11 están colocados en los asientos en forma de V realizados por las esferas 12 y los topes mecánicos de referencia 10, por lo tanto la posición del conjunto de brazo 3 con respecto al bastidor 2, está unívocamente definida. Como se representa en la figura 2, que ilustra de un modo de esquemático la sección transversal de uno de los topes mecánicos de referencia 10 en una posición de reposo inicial de este tipo, cada elemento radial 11 toca ambas esferas 12 que definen el asiento en forma de V en el que está colocado, cerrando los seis contactos correspondientes 13. Todos los seis comparadores 33 tienen un potencial de entrada nulo y transmiten un potencial igual a su tensión de suministro a los circuitos de ajuste de la señal correspondientes 34. Las señales de salida de los circuitos de ajuste de la señal 34 se convierten cada una en un número digital y adecuadamente combinadas por el convertidor analógico/digital 35, son transmitidas entonces al micro control 36, que las procesa y proporciona una señal indicativa de dicha posición de reposo inicial.

25 Siguiendo los movimientos mutuos entre la sonda 100 y la pieza de trabajo 20 que se va a verificar, por ejemplo a lo largo de una dirección transversal indicada con una doble flecha X en la figura 1, el palpador 5 toca la pieza de trabajo 20 y la última aplica una fuerza al conjunto de brazo 3 que es transmitida al sistema de restricción y de colocación. El área de reposo y de referencia 7 está entonces sometida a los casos de compresión o descompresión detectados por el transductor piezoeléctrico del sistema de detección 15, que los convierte en señales de control indicativas de la variación de la fuerza que se va a transmitir al micro control 36 a fin de procesar y emitir ambos el control de paro de dichos movimientos mutuos y la señal indicativa de la variación de la fuerza total. En correspondencia con por lo menos uno de los tres topes mecánicos de referencia 10, también ocurre una acción de empuje del elemento radial 11 en el correspondiente par de esferas 12, así como una acción simultánea de liberación del empuje aplicado por el resorte 8 a los otros dos, o al otro, de los topes mecánicos de referencia 10 con la consiguiente abertura de uno o más contactos 13. De forma coherente, cuando el potencial de entrada de los comparadores 33 que corresponde a uno o más contactos abiertos 13 se cambia, tales comparadores 33 individualmente tienen potenciales de salida nulos que, adecuadamente ajustados por el circuito de ajuste de la señal 34, combinados y digitalizados por el convertidor analógico/digital 35, señalan al micro control 36 que falla la cooperación en dicho uno o más contactos abiertos 13 o, en otras palabras, que dicho uno o más contactos 13 están abiertos. El micro control 36 procesa tales señales y detecta el contacto ocurrido entre el palpador 5 y la pieza de trabajo 20, esto es un estado de funcionamiento de la sonda 100.

45 El mismo resultado es proporcionado por los movimientos mutuos a lo largo de direcciones distintas de la X, por ejemplo a lo largo de una dirección Z y siguiendo el contacto entre el palpador 5 y la pieza de trabajo que se va a verificar 20, después de lo cual ocurre una acción de liberación en correspondencia, por lo menos teóricamente, de todos los tres topes mecánicos de referencia 10, con la consiguiente abertura de los seis contactos 13 y la descompresión en el transductor piezoeléctrico laminar.

50 Al final de los movimientos mutuos de verificación y seguimiento entre la sonda 100 y la pieza de trabajo 20, por ejemplo en sentidos mutuamente opuestos a lo largo de la dirección transversal X, el contacto entre el palpador 5 y la pieza de trabajo 20 es liberado y la sonda 100 vuelve a la posición de reposo definida por los topes mecánicos de referencia 10. Dicha posición, en la cual, por lo menos teóricamente, los casos de compresión y descompresión detectables por el transductor piezoeléctrico no ocurren en el área de reposo y de referencia 7 y la cooperación está presente en dichos contactos 13, esto es los seis contactos 13 están todos cerrados, es detectada por el circuito de procesamiento 30 sobre la base de las señales recibidas a partir de dichos contactos 13. Pruebas experimentales realizadas por el solicitante de la presente solicitud probaron que no es infrecuente una situación en la que, incluso aunque la posición de reposo se restablezca correctamente desde un punto de vista mecánico, la presencia de la cooperación de todos los contactos 13 no es señalada desde un punto de vista eléctrico, en otras palabras no se señala que todos los seis contactos 13 estén cerrados. Sobre la base de dichas pruebas experimentales, en particular, la posición de reposo puede ser considerada totalmente restablecida desde el punto de vista mecánico no sólo cuando se detecta que todos los seis contactos 13 están cerrados, sino también cuando se detecta que únicamente uno de dichos seis contactos 13 no se ha probado que esté cerrado, esto es cuando se detecta que cinco de los seis contactos 13 están cerrados. La señalización relativa al cierre del sexto contacto 13 puede no ocurrir, por ejemplo, por un desgaste parcial del tope mecánico de referencia relativo 10, o un mal funcionamiento eléctrico debido a la oxidación o al depósito de una capa delgada de aceite (generalmente presente en el interior de

la sonda) entre la esfera 12 y el elemento radial 11 que definen dichos seis contactos 13.

Según la forma de realización preferida ilustrada en la figura 1 y en la figura 3, la posición de reposo y el estado de funcionamiento de la sonda 100 son detectados por la electrónica de procesamiento sobre la base de las señales recibidas a partir de los contactos 13. En particular, en un procedimiento para procesamiento de señales según la presente invención, el micro control 36 procesa una señal indicativa del estado de funcionamiento de la sonda 100 cuando, a continuación del contacto entre la sonda 100 y la pieza de trabajo 20 que se va a verificar y el movimiento relativo del conjunto de brazo 3 con respecto al bastidor 2, la cooperación no está presente en correspondencia con por lo menos dos de los seis contactos 13 o, en otras palabras, por lo menos dos de los seis contactos 13 se prueba que están abiertos, esto es cuando el potencial de salida de por lo menos dos de los seis comparadores 33 es nulo. Cuando cesa el contacto, por supuesto, en el momento en el que por lo menos cinco contactos 13 están cerrados otra vez, los correspondientes por lo menos cinco comparadores 33 tienen un potencial de entrada nulo y potenciales de salida iguales a su tensión de suministro que, adecuadamente ajustados por medio del circuito de ajuste de la señal 34, digitalizados y combinados por el convertidor analógico/digital 35, son transmitidos al micro control 36. El micro control 36 recibe la señalización de la cooperación en correspondencia de por lo menos cinco contactos 13 como señal de entrada, esto es recibe la indicación de que por lo menos cinco contactos 13 están cerrados y proporciona, sobre la base de una indicación de este tipo, una señal indicativa de la posición de reposo de la sonda 100.

Variaciones del procedimiento y del circuito para el acondicionamiento de las señales como se describen en este documento pueden ser realizadas sin por ello salirse del ámbito de la invención.

Por ejemplo, los asientos en forma de V y los elementos radiales 11 pueden ser parte del conjunto de brazo 3 y del bastidor de soporte 2, respectivamente, o el sistema de restricción y de colocación puede ser realizado de una manera diferente, por ejemplo con un sistema isostático diferente tal como el conocido como el acoplamiento Kelvin.

Como una alternativa al transductor piezoeléctrico laminar, la sonda 100 puede incluir dispositivos de detección de naturaleza y disposición diferentes, que comprendan varios tipos de transductores piezo-resistivos o transductores de presión.

Se debe observar que cuando el contacto 13 está cerrado y, por lo menos teóricamente, la resistencia a través del mismo es igual a cero, el potencial de entrada del comparador 33 es igual a una tensión conocida diferente de cero.

Alternativamente, el conjunto de acondicionamiento 29 y el convertidor analógico/digital 35 pueden estar realizados en el interior del micro control 36.

En una forma de realización diferente de la electrónica de procesamiento, el convertidor analógico/digital 35 puede ser quitado y el conjunto de acondicionamiento 29 puede ser modificado, por ejemplo mediante la inclusión de resistencias apropiadamente dimensionadas en el circuito de ajuste de las señales 34 de modo que los valores de la resistencia sean iguales o a escala unos con otros y conectando los conjuntos de acondicionamiento modificados 29 unos a otros a fin de que, considerado como un todo, actúen como un divisor de tensión individual el cual toma los potenciales de entrada asociados con todas las esferas 12 y proporciona una señal representativa del número de contactos cerrados 13. En particular dicho divisor de la tensión, los principios de trabajo del cual son conocidos, está caracterizado por una relación de la tensión la cual varía dependiendo del número de cooperaciones presentes entre los componentes mecánicos del conjunto de brazo 3 y los componentes mecánicos del bastidor 2, esto es el número de contactos abiertos y cerrados 13 y genera una indicación del número de contactos abiertos o de otro modo cerrados 13.

En una forma de realización diferente de la invención, el micro control 36, que procesa los potenciales de salida de los comparadores 33 a fin de emitir una señal indicativa de la variación de la fuerza total, pueden ser sustituidos por puertas lógicas o conjuntos lógicos programables, por ejemplo FPGA (del inglés Field Programmable Gate Array).

De forma ventajosa, los circuitos y el procedimiento descritos en este documento permiten la compensación de los límites intrínsecos del sistema de detección 15 relativos a la información sobre la posición de la sonda 100, por ejemplo después de la emisión de la señal indicativa de la variación de la fuerza total, cuando el sistema de detección 15, como ya se ha dicho, puede no ser capaz de transmitir información sobre el desplazamiento del conjunto de brazo 3 con respecto al bastidor 2. Los circuitos descritos en este documento también de forma ventajosa pueden ser utilizados cuando los movimientos mutuos entre la sonda 100 y la pieza de trabajo 20 son relativamente lentos y, incluso aunque ellos efectivamente causen el contacto entre la pieza de trabajo 20 y el palpador 5, el transductor piezoeléctrico laminar emite una señal con una magnitud inferior que la necesaria para que el micro control 36 detecte el contacto ocurrido, entonces procesa y emite el control de paro de los movimientos mutuos y la señal indicativa de la variación de la fuerza total. Por lo tanto, la sonda 100 no sólo fallaría en verificar la pieza de trabajo 20, sino también podría correr el riesgo de ser sometida a tensiones mecánicas excesivas y/o roturas por la continuación indebida de dichos movimientos mutuos en lugar de parar como debieran hacer después de que ocurra el contacto y la denominada sobre carrera del palpador 5. Según la presente invención, los problemas descritos están superados mediante una sonda táctil que incluye el circuito eléctrico separado descrito antes en este

documento que comprende los contactos 13, adaptados para transmitir señales indicativas de la posición mutua entre el conjunto de brazo 3 y el bastidor 2 en las áreas de reposo y de referencia 7.

Además, los procedimientos y los circuitos de las sondas táctiles objeto de la presente invención permiten obtener excelentes resultados con componentes simples, macizos y compactos.

Otros posibles procedimientos para el procesamiento de señales según la presente invención pueden ser obtenidos mediante la utilización de la electrónica de procesamiento a fin de implantar una máquina de estado finito, por ejemplo una máquina Mealy, como se ilustra en la figura 6, que individualmente y asimétricamente evalúa la presencia de la cooperación en los contactos 13, en otras palabras la abertura o el cierre de los contactos 13, para el procesamiento de la señal indicativa de la posición de reposo de la sonda 100. Como es muy conocido por una persona experta en la técnica, la máquina Mealy tiene estados finitos caracterizados por valores de salida, por ejemplo el número de contactos 13, determinados ambos por el estado de la corriente y el valor de entrada de la corriente, por ejemplo la abertura -1 o el cierre 1 de los contactos 13. Para cada par de valores de estado y entrada, es posible una transición individual, generalmente representada por una flecha desde el estado actual hacia el estado futuro. Los estados y las transiciones de la máquina Mealy según la presente invención se describen en lo que sigue a continuación.

El estado inicial es, por ejemplo, un estado S_0 caracterizado por seis contactos 13 cerrados, en el que la sonda 100 descansa en la posición de reposo inicial ya mencionada. A continuación movimientos mutuos entre la sonda 100 y la pieza de trabajo 20 que se va a verificar que determinan el desplazamiento del conjunto de brazo 3 con respecto al bastidor 2, los casos ya mencionados de compresión y descompresión, ocurren en el área de reposo y de referencia 7, así como la variación de la resistencia y por lo tanto en el potencial en los contactos implicados 13. En este caso, tan pronto como el micro control 36 recibe la señalización del fallo de cooperación en uno de los contactos 13, esto es en la abertura -1 de sólo un contacto 13, el micro control 36 es capaz de detectar el contacto ocurrido entre el palpador 5 y la pieza de trabajo 20, proporciona una señal indicativa del hecho de que la sonda 100 se ha alejado de la posición de reposo y emite el control de paro de dichos movimientos mutuos. De acuerdo con ello, el estado actual de la sonda 100 es un estado S_1 caracterizado por cinco contactos cerrados 13 y únicamente un contacto abierto 13, que corresponde a una posición distinta de la posición de reposo, indicativa de un estado de funcionamiento de la sonda 100. Empezando a partir de este estado S_1 , la sonda 100 alternativamente puede adoptar dos estados futuros diferentes determinados por el cierre 1 del único contacto 13 abierto o por la abertura -1 de por lo menos uno de dichos cinco contactos 13 cerrados, respectivamente.

En el primer caso, el único contacto abierto 13 se cierra otra vez, por ejemplo cuando cesa el contacto inicial con la pieza de trabajo 20 que se va a verificar y el micro control 36 recibe una señalización la cual indica que la sonda 100 se ha movido a una posición de reposo con un estado actual S_0 caracterizado por todos los seis contactos 13 cerrados. Por lo tanto, la sonda 100 muestra, para esta característica, un comportamiento similar a aquél de las conocidas, por ejemplo la representada en la solicitud de patente internacional ya mencionada publicada bajo el número WO2012055866.

En el segundo caso, por lo menos uno de los cinco contactos cerrados 13 se abre, por ejemplo debido al progreso de los movimientos mutuos entre la sonda 100 y la pieza de trabajo 20. El micro control 36 recibe la señalización de por lo menos una abertura adicional -1, la cual revela que la sonda 100 se mantiene en el estado de funcionamiento, en un estado actual S_2 o S_3 o S_4 o S_5 o S_6 caracterizado por no más de cuatro contactos 13 cerrados, esto es por lo menos dos contactos abiertos 13. Con más detalle, una abertura adicional -1 de los cinco contactos cerrados 13, uno cada vez, determina otras tantas transiciones a estados futuros, en orden S_2 , S_3 , S_4 , S_5 y S_6 , caracterizados por un número de contactos cerrados 13 progresivamente disminuyendo en uno, el último estado S_6 estando caracterizado por que no hay contactos cerrados 13, esto es seis contactos abiertos 13. Empezando a partir del estado S_6 , si, por ejemplo, los movimientos mutuos entre la sonda 100 y la pieza de trabajo 20 se invierten, los seis contactos abiertos 13 se cierran presumiblemente uno cada vez. El cierre 1 de cuatro de los seis contactos abiertos 13, uno después de otro, determina tantas transiciones desde el estado actual S_6 caracterizado por que no hay contactos cerrados 13 hacia los estados futuros, en orden, S_5 , S_4 , S_3 y S_2 caracterizados por un número de contactos cerrados 13 progresivamente incrementados en uno, el estado S_2 , como ya se ha dicho, estando caracterizado por cuatro contactos cerrados 13, esto es dos contactos abiertos 13. Cuando uno de los dos contactos abiertos 13 se cierra, esto es se prueba que están cerrados cinco contactos 13, el micro control 36 recibe la señalización de dicho cierre 1 y, sobre la base de dicha señalización, según la presente invención, proporciona una señal indicativa del hecho de que la sonda 100 está de vuelta en la posición de reposo aunque uno de los seis contactos 13 se prueba que está abierto, en un estado S_7 caracterizado por cinco contactos cerrados 13. Empezando a partir de este último estado S_7 , indicativo de la posición de reposo, existen otra vez dos posibilidades: en la abertura de por lo menos un segundo contacto 13 la sonda 100 vuelve al estado de funcionamiento anterior con estados actuales caracterizados mediante por lo menos dos contactos abiertos 13. Alternativamente, en el cierre del único contacto abierto 13 la sonda 100 mantiene la posición de reposo con el estado actual S_0 caracterizado por seis contactos cerrados 13.

Para información adicional, la figura 6 muestra también la variancia 0 de los contactos 13, esto es los contactos 13 no se abren o no se cierran, sin tener en cuenta el estado actual, siempre determina la permanencia en el último,

esto es el estado futuro corresponde al estado actual.

En vista de una complejidad de cálculo mayor de la electrónica de procesamiento 30, este procedimiento alternativo para el procesamiento de señales según la presente invención presenta nuevas ventajas además de las ventajas ya citadas de procedimiento preferido, por ejemplo por que caracteriza una carrera previa definitivamente reducida. También por esta razón, la señalización de la abertura y el cierre de los contactos 13 puede ser utilizada no sólo para tener información sobre la posición de reposo o el estado de funcionamiento de la sonda 100, sino también como una alternativa a las señales de control transmitidas por el sistema de detección 15 a fin de señalar el contacto ocurrido entre el palpador 5 y la pieza de trabajo 20. A este respecto se debe indicar que, mientras la sonda 100 utiliza de cualquier modo la señal de control transmitida por el sistema de detección 15 a fin de detectar el contacto ocurrido entre el palpador 5 y la pieza de trabajo 20 teniendo en cuenta el mejor comportamiento que se puede conseguir con el transductor piezoeléctrico, en tanto en cuanto se refiere al tiempo de respuesta mucho más rápido y al comportamiento isotrópico, se puede proporcionar una sonda diferente, una sonda de este tipo utilizando el procedimiento alternativo anteriormente mencionado para el procesamiento de las señales según la presente invención y no necesitando el transductor piezoeléctrico, y en general un sistema de detección separado.

Una forma de realización diferente adicional según la presente invención comprende un circuito de procesamiento diferente 30', como muestra la figura 5, también capaz de detectar individualmente el estado de cada uno de dichos contactos 13. El circuito de procesamiento 30' incluye el único divisor de tensión, ya mencionado y con un principio de funcionamiento conocido, referido con el número 40 en la figura 5. El divisor de tensión 40 está conectado en cascada a ambos un generador de impulsos o disparador 42, adaptado para detectar la abertura de uno de los contactos 13 empezando a partir del estado en el que todos los contactos 13 están cerrados y generar una señal de impulso correspondiente, y un comparador de umbral 41, adaptado para generar una señal de salida de dos niveles, un nivel es indicativo del fallo de cooperación en correspondencia con por lo menos dos contactos 13, esto es un estado en el que por lo menos dos contactos 13 están abiertos, el otro nivel siendo indicativo del fallo de cooperación en no más de un contacto 13, esto es de un estado en el que no más de un contacto 13 está abierto (en el ejemplo ilustrado, por lo menos cinco contactos 13 están cerrados). En particular, como únicamente uno de los seis contactos cerrados 13 se abre, el disparador 42 genera una señal de impulsos correspondiente indicativa de dicha abertura, mientras, cuando uno de los cinco contactos cerrados 13 se abre mientras únicamente un contacto 13 ya está abierto, o, de otro modo, como únicamente uno de los dos contactos abiertos 13 se cierran mientras los otros cuatro contactos 13 están cerrados, la señal de salida del comparador de umbral 41 se desplaza desde un nivel hacia el otro. Las señales de salida del comparador de umbral 41 y del disparador 42 son transmitidas al micro control 36. Esta forma de realización diferente adicional considera que el micro control 36 utiliza las señales recibidas desde el comparador de umbral 41 (señal de salida de dos niveles) y el disparador 42 (señal de impulsos) a fin de procesar la señal indicativa de la posición de reposo de la sonda 100, según un procedimiento para el procesamiento de señales similar a aquél implantado mediante la máquina de estado finitamente descrita, que considera asimétricamente la presencia de la cooperación en los contactos 13, esto es la abertura y el cierre de los contactos 13. En particular, el micro control 36 detecta que la sonda 100 se ha movido alejándose de la posición de reposo cuando, en la abertura de un primer contacto 13, recibe la señal de impulsos indicativa de dicha abertura desde el disparador 42.

En el caso en el que únicamente un contacto abierto 13 se cierre otra vez, por ejemplo cuando cesa el contacto inicial entre el palpador 5 y la pieza de trabajo 20 que se va a verificar, el disparador 42 no transmite señal alguna al micro control 36. El fallo de una transmisión de este tipo, sin embargo, no compromete el procesamiento correcto de las señales de control recibidas por el micro control 36 a partir del sistema de detección 15 para la emisión con precisión de la señal indicativa de la variación de la fuerza total.

En el caso, en cambio, en el que uno de los cinco contactos cerrados 13 se abra, por ejemplo debido al progreso de los movimientos mutuos entre la sonda 100 y la pieza de trabajo 20, la señal de salida del comparador de umbral 41 de forma oportuna va al nivel indicativo del fallo de cooperación en correspondencia con por lo menos dos contactos 13, esto es del hecho de que por lo menos dos contactos 13 se abren y el micro control 36 se mantiene detectando que la sonda 100 está en el estado de funcionamiento. Cuando los contactos cerrados 13 conmutan de cuatro a cinco, por ejemplo como consecuencia de invertir los movimientos mutuos entre la sonda 100 y la pieza de trabajo 20, la señal de salida del comparador de umbral 41 de forma oportuna va al nivel indicativo del fallo de cooperación en no más de un contacto 13, esto es por el hecho de que por lo menos cinco contactos 13 están cerrados, y el micro control 36 procesa las señales recibidas, de modo que detecta y señala que la sonda 100 descansa en la posición de reposo. Empezando a partir de dicha posición de reposo, el micro control 36 detecta y señala un nuevo estado de funcionamiento si uno de los cinco contactos cerrados 13 se abre y la señal de salida del comparador de umbral 41 va otra vez al nivel indicativo del fallo de cooperación en correspondencia con por lo menos dos contactos 13, esto es del estado en el que por lo menos dos contactos 13 están abiertos. Un nuevo estado de funcionamiento se detecta y es señalado por el micro control 36 incluso cuando, después de que el contacto individual 13 se cierre, uno de los seis contactos cerrados 13 se abra después de ello, y el disparador 42 genera la correspondiente señal de impulsos indicativa de dicho nuevo estado de funcionamiento.

La sonda con este circuito y el procedimiento alternativo relacionado para el procesamiento de señales según la presente invención muestran nuevas ventajas además de aquellas ya mencionadas para la forma de realización

5 preferida. Al igual que la máquina de estado finito anteriormente descrita, esta forma de realización también está caracterizada por una carrera previa reducida pero, a diferencia de dicha máquina de estado finito, muestra la ventaja adicional de tener un coste de fabricación inferior. Además, el circuito ocupa menos espacio en el interior de la sonda 100. En suma, esta forma de realización alternativa puede utilizar la señalización obtenida sobre la base de la abertura y el cierre de los contactos 13 a fin de señalar también el contacto ocurrido entre el palpador 5 y la pieza de trabajo 20 en sondas en las que no está presente un sistema de detección separado 15.

REIVINDICACIONES

1. Sonda táctil (100) para la verificación de la posición y/o de las dimensiones de una pieza de trabajo (20) que comprende:
- un bastidor de soporte y de protección (2) con un área de reposo y de referencia (7),
 - un conjunto de brazo (3) que es móvil con respecto a y está parcialmente alojado en el bastidor de soporte y de protección (2), que comprende un palpador (5) adaptado para el contacto con la pieza de trabajo (20) que se va a verificar y un brazo (4) que transporta el palpador (5),
 - un dispositivo de empuje adaptado para forzar al conjunto de brazo (3) contra el área de reposo y de referencia (7),
 - un sistema de restricción y de colocación (17) instalado entre el conjunto de brazo (3) y el bastidor de soporte y de protección (2) en el área de reposo y de referencia (7), que comprende un sistema de reposo con topes mecánicos de referencia (10) y contactos (13) que se cierran cuando los elementos mecánicos del conjunto de brazo (3) cooperan con elementos mecánicos del bastidor de soporte y de protección (2), los topes mecánicos de referencia (10) estando adaptados para definir una posición de reposo de la sonda táctil (100), y
 - un circuito de procesamiento (30; 30') adaptado para detectar el estado de los contactos (13) y proporcionar una señal iniciativa de dicha posición de reposo cuando todos los contactos (13) están cerrados, caracterizada por que
 - el circuito de procesamiento (30; 30') está adaptado para detectar individualmente el estado de cada uno de dichos contactos (13),
 - el circuito de procesamiento (30; 30') está adaptado para proporcionar dicha señal indicativa de la posición de reposo incluso cuando detecta que uno de dichos contactos (13) no está cerrado.
2. Sonda táctil (100) según la reivindicación 1 en la que dichos contactos (13) son contactos eléctricos.
3. Sonda táctil (100) según la reivindicación 1 o la reivindicación 2 en la que cada uno de dichos contactos (13) está comprendido en una rama del circuito de procesamiento (30; 30') y dichas ramas del circuito están conectadas en paralelo.
4. Sonda táctil (100) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en la que el circuito de procesamiento (30') comprende un divisor de tensión (40) adaptado para proporcionar una señal representativa del número de contactos cerrados (13).
5. Sonda táctil (100) según la reivindicación 4 en la que el circuito de procesamiento (30') comprende un generador de impulsos (42) y un comparador de umbral (41), ambos conectados a dicho divisor de tensión (40), el generador de impulsos (42) estando adaptado para detectar la abertura de un contacto (13) empezando a partir de un estado en el que todos los contactos (13) están cerrados y para generar una señal de impulsos, el comparador (41) estando adaptado para generar una señal de salida de dos niveles, un nivel siendo indicativo de un estado en el que por lo menos dos de dichos contactos (13) están abiertos, el otro nivel siendo indicativo de un estado en el que no más de un contacto (13) está abierto, dicha señal de impulsos y la señal de salida de dos niveles siendo utilizadas para procesar la señal indicativa de la posición de reposo.
6. Sonda táctil (100) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende, en el área de reposo y de referencia (7), un sistema de detección (15) adaptado para proporcionar una señal de control.
7. Sonda táctil (100) según la reivindicación 6 en la que dicho sistema de detección (15) comprende por lo menos un transductor piezoeléctrico.
8. Procedimiento para el procesado de una señal que es emitida de salida por una sonda táctil (100) para la verificación de la posición y/o de las dimensiones de una pieza de trabajo (20), dicha sonda táctil comprendiendo un bastidor de soporte y de protección (2), un conjunto de brazo (3) que es móvil con respecto a y está parcialmente alojado en el bastidor de soporte y de protección (2), un sistema de reposo con topes mecánicos de referencia (10) y contactos (13) que se cierran cuando los elementos mecánicos del conjunto de brazo (3) cooperan con elementos mecánicos del bastidor de soporte y de protección (2), los topes mecánicos de referencia (10) estando adaptados para definir una posición de reposo de la sonda táctil (100), un circuito de procesamiento (30; 30') para detectar el estado de los contactos (13) y proporcionar una señal iniciativa de dicha posición de reposo cuando todos los contactos (13) están cerrados, el procedimiento caracterizado por las siguientes etapas:

- detectar individualmente el estado de cada uno de los contactos (13) por medio del circuito de procesamiento (30; 30') y
- 5 - proporcionar dicha señal indicativa de la posición de reposo por medio del circuito de procesamiento (30; 30') incluso cuando el circuito de procesamiento (30; 30') detecta que uno de dichos contactos (13) no está cerrado.
- 9. Procedimiento según la reivindicación 8 comprendiendo la etapa de detectar el número de contactos cerrados (13).
- 10 10. Procedimiento según la reivindicación 9 en el que dichos contactos (13) de la sonda táctil (100) son seis y dicha señal indicativa de la posición de reposo es proporcionada cuando se detectan cinco contactos cerrados (13).
- 11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10 en el que:
- 15 - una señal de impulsos se genera cuando, empezando a partir de un estado en el que todos los contactos (13) están cerrados, se detecta la abertura de un contacto (13), y
- 20 - una señal de salida de dos niveles se genera, un nivel siendo indicativo de un estado en el que por lo menos dos de dichos contactos (13) están abiertos, el otro nivel siendo indicativo de un estado en el que no más de un contacto (13) está abierto,
- dicha señal de impulsos y dicha señal de salida de dos niveles siendo utilizadas para procesar la señal indicativa de la posición de reposo.
- 25 12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11 comprendiendo la etapa adicional de proporcionar señales de control al circuito de procesamiento (30; 30') y el procesamiento de las señales de control para dicha verificación de la posición y/o de las dimensiones de la pieza de trabajo (20).
- 30 13. Procedimiento según la reivindicación 12 en el que las señales de control se proporcionan por medio de un sistema de detección (15) separado de dichos contactos (13).
- 35 14. Procedimiento según la reivindicación 8 en el que la señal indicativa de la posición de reposo se proporciona cuando, empezando a partir de un estado en el que uno o dos contactos (13) están abiertos y conforme a los movimientos mutuos entre el conjunto de brazo (3) y el bastidor de soporte y de protección (2), se detecta que uno de tales uno o dos contactos (13) se cierra.

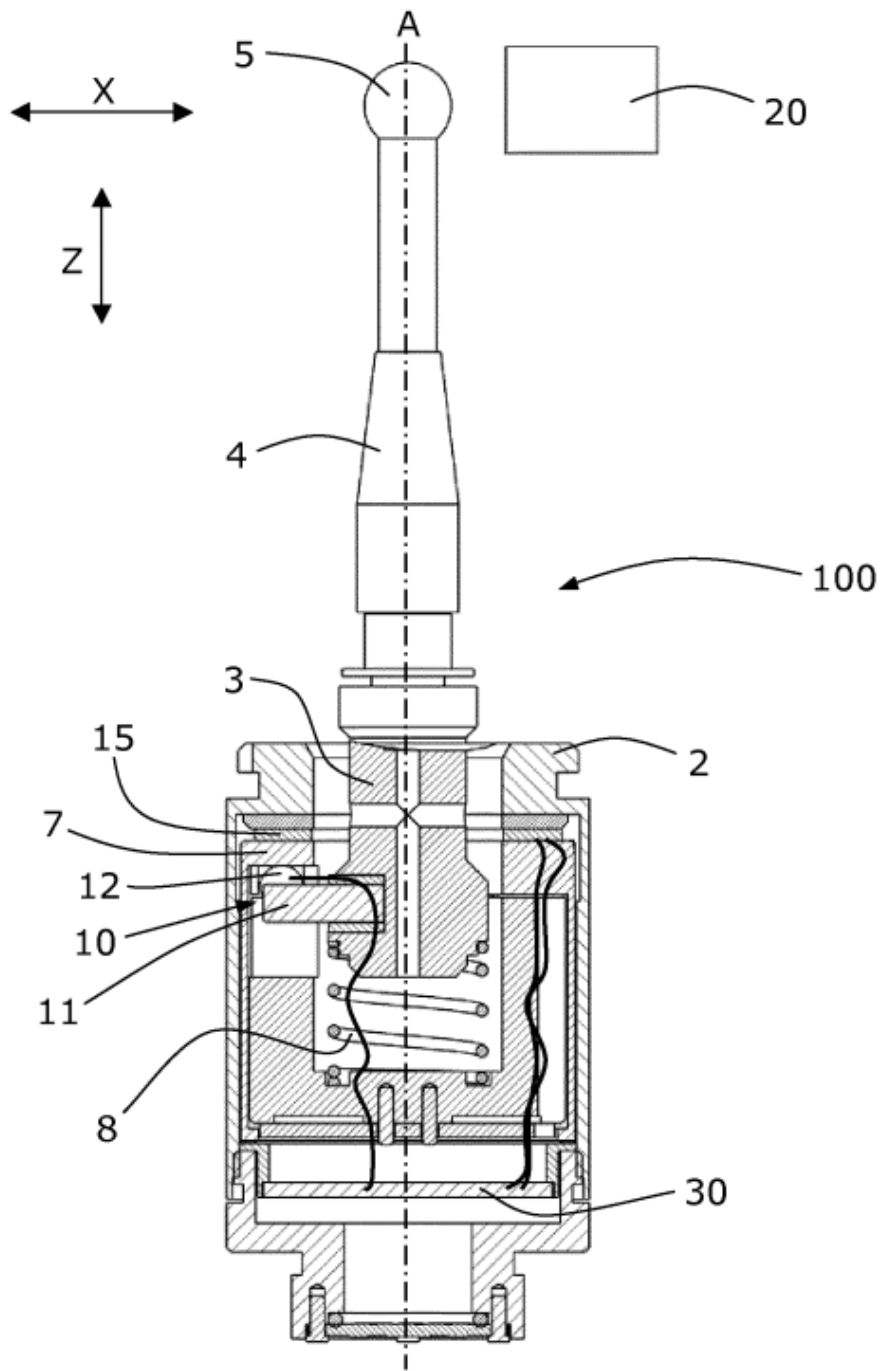


Fig. 1

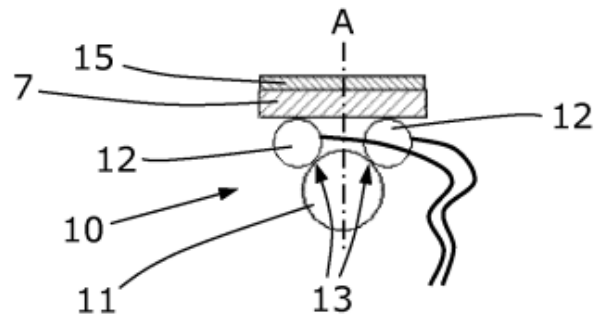


Fig. 2

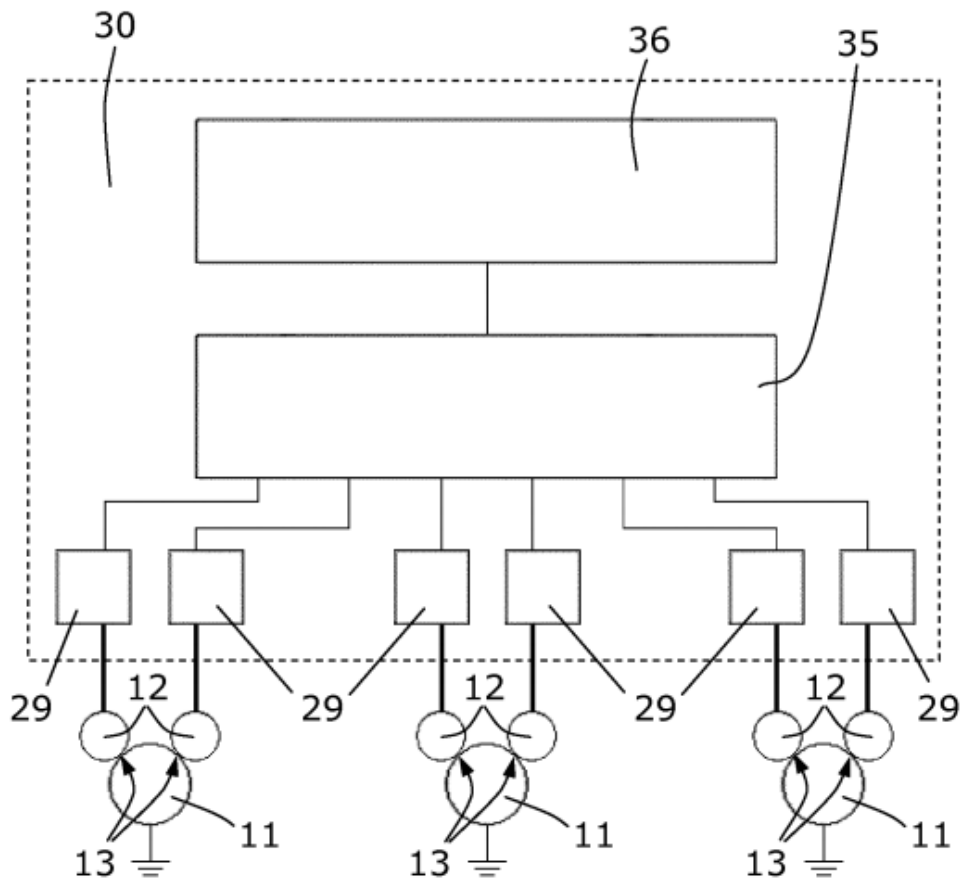


Fig. 3

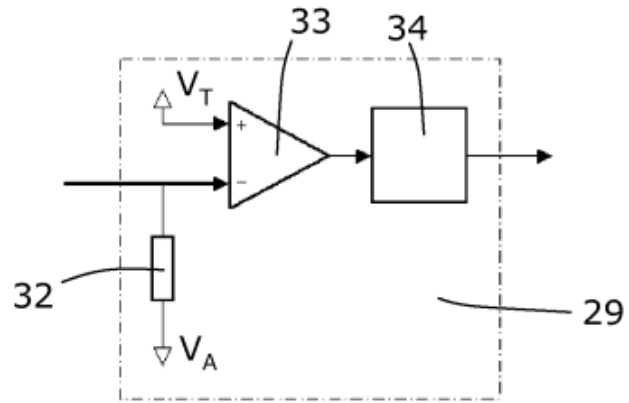


Fig. 4

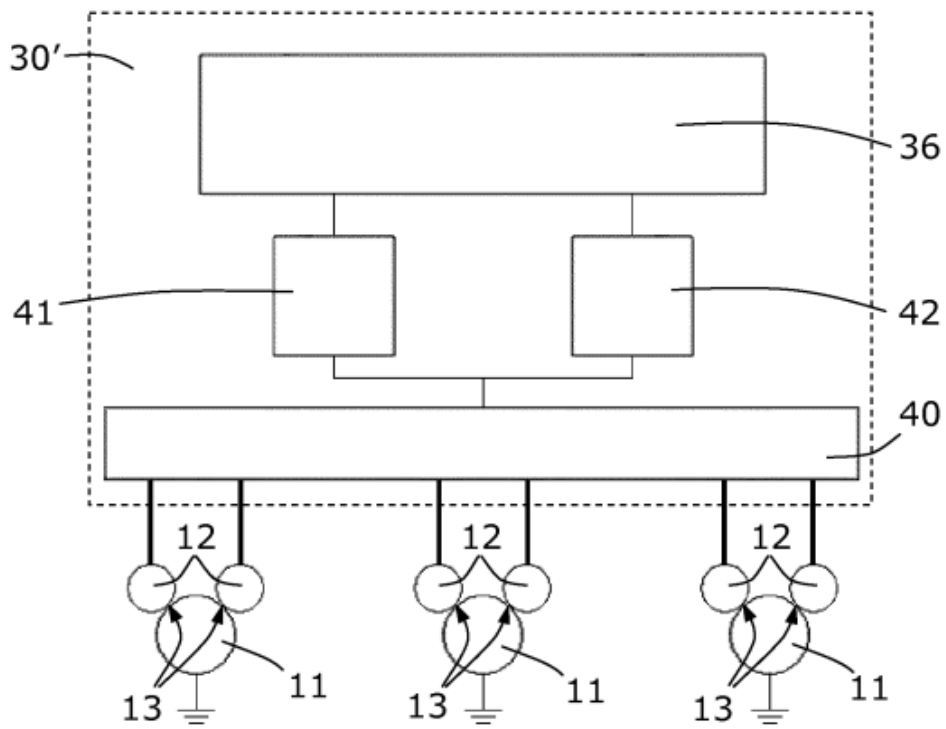


Fig. 5

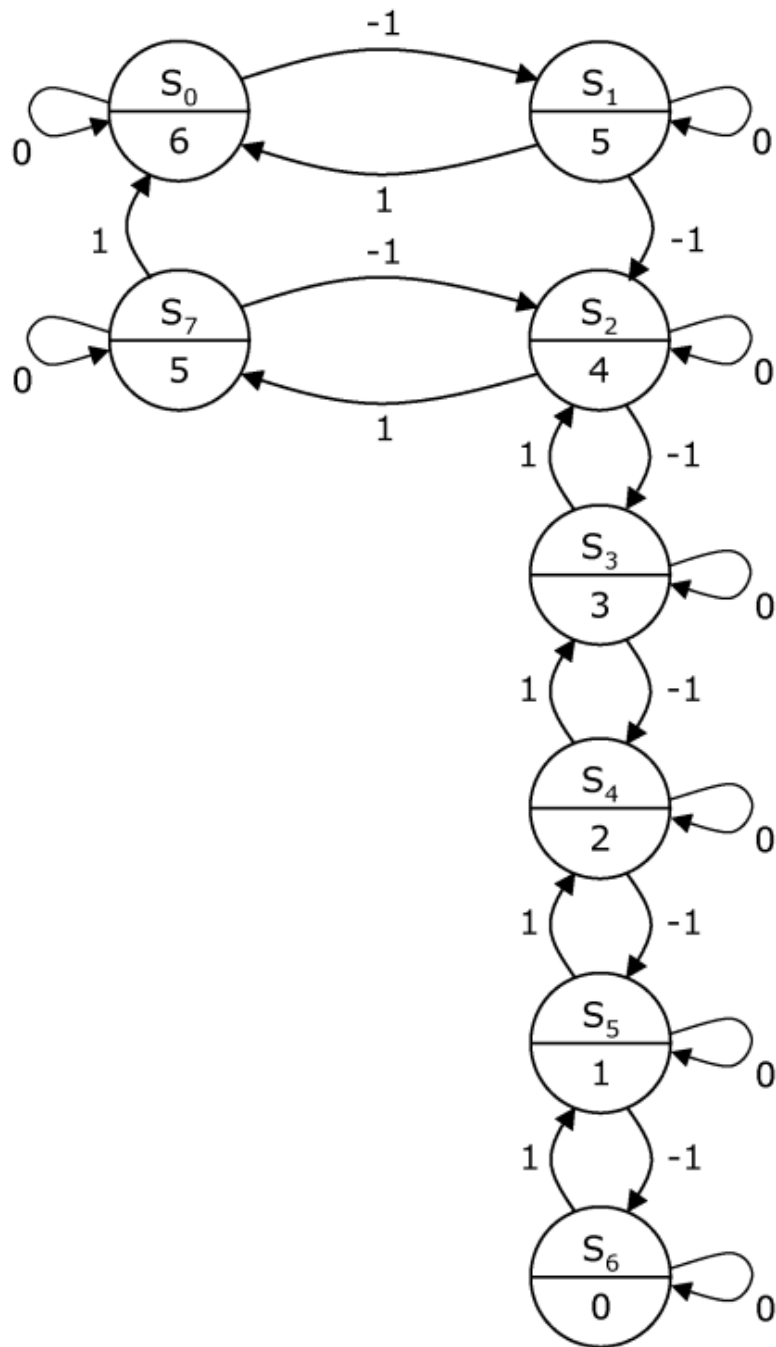


Fig. 6