

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 308 927**

② Número de solicitud: 200701393

⑤ Int. Cl.:
B23Q 17/09 (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **22.05.2007**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **01.12.2008**

Fecha de la concesión: **25.09.2009**

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **08.10.2009**

⑮ Fecha de publicación del folleto de la patente:
08.10.2009

⑭ Titular/es: **MONDRAGÓN GOI ESKOLA
POLITEKNIKOA JOSÉ MARÍA
ARIZMENDIARRIETA, S. COOP.
Loramendi, 4
20500 Arrasate, Guipúzcoa, ES
Ideko, S. COOP. y
University College Cardiff Consultants Ltd.**

⑯ Inventor/es: **Gallego Navas, Iván;
Gandarias Mintegui, Endika y
Ivanov Ivanov, Atanas**

⑰ Agente: **Buceta Facorro, Luis**

⑳ Título: **Sistema de monitorización y control de la herramienta y cabezal de una máquina-herramienta.**

㉑ Resumen:

Sistema de monitorización y control de la herramienta y cabezal de una máquina-herramienta, según el cual entre el cabezal (5) portador de la herramienta de trabajo (6) y la pieza (7) a trabajar se establece un circuito eléctrico (1) en el cual forma parte un material que en condiciones normales no es conductor eléctrico, yendo incorporado en dicho circuito un generador de señales (2) que afectan a una variación de la tensión en una impedancia (3).

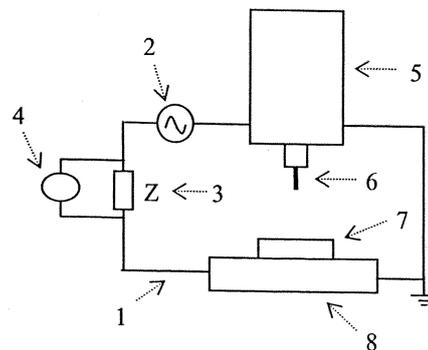


FIG. 1

ES 2 308 927 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

ES 2 308 927 B1

DESCRIPCIÓN

Sistema de monitorización y control de la herramienta y cabezal de una máquina-herramienta.

5 Sector de la técnica

La presente invención está relacionada con el campo de la máquina-herramienta y más concretamente su aplicación preferente es el control del estado de la herramienta y del cabezal en el torneado, taladrado y fresado entre otras, especialmente en los micro-mecanizados a alta velocidad, proponiendo un sistema que permite monitorizar y controlar las micro-herramientas empleadas en estas aplicaciones, dotando de una mayor eficiencia al mecanizado.

Estado de la técnica

Actualmente el avance de las nuevas tecnologías ha llevado a la necesidad de generar piezas de mayor calidad y menor tamaño.

A la necesidad de fabricar este tipo de piezas se le suma el hecho de que cada vez la velocidad de trabajo de las máquinas que mecanizan este tipo de piezas es mayor y además los diámetros de las herramientas son cada vez más pequeños, aportando una mayor precisión en el mecanizado.

Para lograr este objetivo se utilizan nuevas tecnologías de micro-mecanizado, como por ejemplo el micro-fresado.

El fresado es la técnica por la cual se realiza un levantamiento de los materiales del firme en una cierta profundidad mediante una fresadora, mientras que el micro-fresado es un fresado que afecta a una profundidad y área reducidas, con el objeto de mejorar significativamente la textura de la superficie de aplicación, o colaborar en la regularización de dicha superficie.

Uno de los principales inconvenientes que se producen en los procesos de corte, como por ejemplo en el micro-fresado, es la detección de la rotura de la herramienta, cuya vida es impredecible.

Mientras que en los procesos de corte convencionales la detección se puede realizar bien por el sonido que produce la herramienta rota, bien porque se ve o bien debido a cambios de fuerzas de corte, en el micro-fresado en especial resulta complejo ver o/óír nada, por lo cual puede ocurrir que se siga actuando sobre la pieza a mecanizar sin apreciar rotura alguna de la micro-herramienta.

Objeto de la invención

De acuerdo con la presente invención se propone un sistema de monitorización y control de la herramienta y cabezal para el torneado, taladrado y fresado entre otras, preferentemente para los micro-mecanizados, el cual por sus características constructivas y/o funcionales resulta realmente ventajoso.

Los cabezales de las máquinas herramienta independientemente del tipo de cojinete o rodamiento que empleen (cojinetes hidrostáticos, hidrodinámicos, magnéticos o aerostáticos, rodamientos metálicos o cerámicos, etc.) se constituyen básicamente de un eje metálico giratorio denominado eje rotatorio del cabezal, y de un anillo o camisa cilíndrica que lo envuelve denominado soporte del cabezal.

El uso de cojinetes (excepto los de rodadura) hace posible que el eje rotatorio del cabezal no esté en contacto alguno con el soporte, estando separados ambos componentes por una pequeña distancia o gap compuesto bien de aire o de otro fluido. Sin embargo, si se emplean rodamientos (también llamados cojinetes de rodadura), el eje rotatorio y el soporte siguen estando separados por un pequeño gap de aire, pero el eje se sustenta en el soporte gracias a estos rodamientos.

En cuanto a los cojinetes (excepto los de rodadura), al no estar el eje rotatorio en contacto con el soporte, queda completamente aislado eléctricamente del cabezal y de la máquina tanto en reposo así como en movimiento en condiciones normales.

Este aislamiento eléctrico de los cojinetes impedía hasta ahora la generación de un circuito eléctrico entre la pieza a trabajar y la herramienta de trabajo y, en definitiva, no permitía añadir la implementación de un sistema de monitorización y control a través de dicho circuito eléctrico.

Los rodamientos por su parte, se componen de una serie de materiales y componentes como por ejemplo el aro interior (parte rotatoria de un cabezal) y exterior (parte estática de un cabezal), el elemento rodante, la jaula, la carcasa, el lubricante, etc. Habitualmente se denominan rodamientos metálicos o cerámicos a aquellos que tienen sus elementos rodantes al menos metálicos o cerámicos respectivamente. Por lo general, algunos de los materiales de los que se componen los rodamientos suelen ser aislantes eléctricos.

Los cabezales que emplean rodamientos metálicos, cuando la parte rotatoria está en reposo, permiten circular corriente entre el cuerpo del cabezal y la herramienta de trabajo. Ello se debe gracias al contacto que se produce

ES 2 308 927 B1

entre la parte estática y rotativa del rodamiento por medio de los propios elementos rodantes metálicos (habitualmente pretensados). Sin embargo, cuando la herramienta empieza a girar, estos elementos rodantes se impregnan de una capa de lubricante imposibilitando el paso de corriente. Por ello, resulta imposible generar un circuito eléctrico cuando la parte rotatoria está girando en condiciones normales.

5

Por otro lado, los centros de mecanizado de alta velocidad o de altas prestaciones, como por ejemplo las micro-fresadoras, se caracterizan por tener unas velocidades de giro muy elevadas que imposibilitan el empleo de rodamientos metálicos, ya que éstos se calientan y se dilatan, resultando inviable la obtención de unas tolerancias de mecanizado y precisiones elevadas.

10

Por esta causa se hace necesario el empleo de otro tipo de rodamientos, sustituyendo los elementos rodantes metálicos por otros de diferentes materiales, como por ejemplo los cerámicos, que disponen de una baja dilatación térmica y una elevada rigidez, lo que los hace especialmente indicados para este tipo de aplicaciones.

15

Junto con la ventaja de la baja dilatación térmica, los materiales cerámicos son además materiales no conductores de electricidad, por lo cual el hecho de emplear este tipo de elementos rodantes garantiza en este caso además el aislamiento eléctrico de la parte giratoria del cabezal cuando está en reposo (así como en movimiento por el mismo motivo previamente mencionado para el caso de elementos rodantes metálicos), es decir, el conjunto porta-herramienta queda completamente aislado eléctricamente del cabezal y de la máquina en condiciones normales.

20

Este aislamiento eléctrico (tanto para rodamientos metálicos como para cerámicos) impedía hasta ahora la generación de un circuito eléctrico entre la pieza a trabajar y la herramienta de trabajo y, en definitiva, no permitía añadir la implementación de un sistema de monitorización y control a través de dicho circuito eléctrico.

25

Se ha comprobado sin embargo que si se aplica entre la parte rotatoria y la parte estática del cabezal una señal eléctrica en un amplio rango de frecuencias, el conjunto eje rotatorio-soporte del cabezal se comporta como un elemento capacitivo, al ser ambos componentes metálicos y presentar un gap reducido. Asimismo, se ha comprobado que el rodamiento en su conjunto, tanto metálico como cerámico, se comporta como un elemento capacitivo aunque habitualmente su valor de capacidad es inferior.

30

Por tanto, este comportamiento capacitivo principalmente debido al conjunto eje rotatorio-soporte del cabezal, así como a los rodamientos en menor medida, permite el empleo de un circuito eléctrico mediante el uso de alta frecuencia. Existirá por tanto, una variación en el circuito eléctrico cuando la herramienta o el cabezal hagan contacto con la pieza y cuando no lo hagan, posibilitando la identificación de los distintos estados.

35

De acuerdo con la presente invención se determina un circuito eléctrico entre el cabezal y la mesa, circuito éste que incorpora un generador de señales, una impedancia (bien una resistencia, una bobina, un condensador o una combinación de las anteriores) y un medidor de tensiones, con la particularidad de que el generador de señales genera una señal alterna cercana a la frecuencia en la que exista una diferencia de potencial cuando no hay contacto entre la pieza y herramienta o cabezal y cuando la haya. Frecuencia ésta que se ha constatado que está típicamente comprendida entre 1 MHz y 60 MHz, si bien puede aparecer en otro rango.

40

Con esta frecuencia, cuando se hace pasar por dicho circuito eléctrico una corriente eléctrica inducida por el generador de señales, las alteraciones del circuito, como es cuando se rompe la herramienta, dan lugar a variaciones de tensión en la impedancia, de modo que en función de dichas variaciones de tensión se puede conocer si la herramienta o el cabezal se encuentra en contacto con la pieza ó no.

45

Ello es debido a que el paso de la corriente da lugar a una diferencia de tensión entre los terminales de la impedancia, de modo que cuando se produce una alteración en el circuito, como ocurre cuando la herramienta se rompe durante el trabajo, se produce una variación de esta tensión en la impedancia, cuya medida permite conocer la rotura de la herramienta.

50

De acuerdo con otra característica de la invención, se ha previsto que la señal eléctrica alterna obtenida en la impedancia (bien una resistencia, una bobina, un condensador o una combinación de las anteriores) del circuito eléctrico principal se transforme en una señal continua a través de un circuito de transformación; de manera que la tensión obtenida en la impedancia pueda ser aceptada por el sistema de control (PLC) de la máquina.

55

Por otro lado y también como una característica de la invención se ha previsto implementar en el sistema un dispositivo opcional que permita conocer automáticamente en cada tipo de máquina la frecuencia óptima en la que la diferencia de tensión en los diferentes estados sea máxima; de manera que este dispositivo comanda al generador de señales para que la señal que éste aplique al circuito principal se fije a esta frecuencia preconcebida.

60

Se obtiene de esta manera un sistema que permite determinar el comportamiento de una máquina de una manera efectiva, práctica e inmediata en las operaciones de torneado, taladrado y fresado entre otras, y especialmente en el micro-fresado, aportando unas características realmente ventajosas que confieren a la aplicación de este sistema vida propia y carácter preferente en la función mencionada.

65

Es de señalar que si bien el sistema de control ahora preconizado tiene como una de sus aplicaciones principales controlar a la herramienta de trabajo y monitorizar su situación en todo momento, para detectar así situaciones tales como pueda ser la rotura de dicha herramienta o colisiones de máquina, esta aplicación no puede considerarse en sentido limitativo y el sistema puede aplicarse a otros fines, tales como sustituir la herramienta por otro elemento a controlar como pueda ser un palpador, como por ejemplo para mediciones mediante un palpador conductor, para medición de geometrías micrométricas, para mediciones a través de la propia herramienta en lugar del uso de palpadores, para el trabajo con coordenadas relativas, para control de los ciclos de trabajo, ciclos inteligentes, en el mecanizado de piezas, etc. En este sentido, el elemento constituido por un material que en condiciones normales no es conductor eléctrico, puede formar parte del cabezal de la máquina, de la herramienta, de la pieza a trabajar y/o de la mesa de trabajo.

Es de recalcar el importante impacto que puede llegar a presentar en el campo de la metrología, como puede ser en las máquinas de medición por coordenadas.

15 Descripción de las figuras

La figura 1 muestra una representación esquemática del sistema objeto de la invención.

La figura 2 muestra una gráfica representativa de las caídas de tensión producidas en la impedancia del circuito del sistema.

La figura 3 muestra una representación esquemática del sistema objeto de la invención en impedancias; cuando no hay contacto alguno (a), cuando hay contacto entre la herramienta y la pieza (b), y cuando hay contacto entre el cabezal y la pieza (c).

La figura 4 muestra un circuito esquemático de un dispositivo acondicionador de señales.

La figura 5 muestra esquemáticamente la implantación de un dispositivo opcional (11) de medición de la frecuencia óptima el cual permite hallar la máxima diferencia de tensión para los diferentes estados.

30 Descripción detallada de la invención

El objeto de la presente invención es un sistema de monitorización y control de la herramienta y cabezal de una máquina-herramienta y preferentemente está aplicado al control de las micro-herramientas durante el proceso de micro-fresado de piezas, proponiendo un sistema que permite monitorizar la máquina para detectar en todo momento el estado de la micro-herramienta del micro-mecanizado y del cabezal.

Los cabezales de las máquinas herramienta independientemente del tipo de cojinete o rodamiento que empleen (cojinetes hidrostáticos, hidrodinámicos, magnéticos o aerostáticos, rodamientos metálicos o cerámicos, etc.) se constituyen básicamente de un eje metálico giratorio denominado eje rotatorio del cabezal, y de un anillo o camisa cilíndrica que lo envuelve denominado soporte del cabezal.

El uso de cojinetes (excepto los de rodadura) hace posible que el eje rotatorio del cabezal no esté en contacto alguno con el soporte, estando separados ambos componentes por una pequeña distancia o gap compuesto bien de aire o de otro fluido. Sin embargo, si se emplean rodamientos (también llamados cojinetes de rodadura), el eje rotatorio y el soporte siguen estando separados por un pequeño gap de aire, pero el eje rotatorio se sustenta en el soporte gracias a estos rodamientos.

En cuanto a los cojinetes (excepto los de rodadura), al no estar el eje rotatorio en contacto con el soporte, queda completamente aislado eléctricamente del cabezal y de la máquina, tanto en reposo como en movimiento en condiciones normales.

Este aislamiento eléctrico de los cojinetes impedía hasta ahora la generación de un circuito eléctrico entre la pieza a trabajar y la herramienta de trabajo y, en definitiva, no permitía añadir la implementación de un sistema de monitorización y control a través de dicho circuito eléctrico.

Los rodamientos por su parte, se componen de una serie de materiales y componentes como por ejemplo el aro interior (parte rotatoria de un cabezal) y exterior (parte estática de un cabezal), el elemento rodante, la jaula, la carcasa, el lubricante, etc. Habitualmente se denominan rodamientos metálicos o cerámicos a aquellos que tienen sus elementos rodantes al menos metálicos o cerámicos respectivamente. Por lo general, algunos de los materiales de los que se componen los rodamientos suelen ser aislantes eléctricos.

Los cabezales (5) empleados en los centros de mecanizado de alta velocidad, así como las máquinas de ultraprecisión, como las micro-fresadoras, disponen, de elementos rodantes cerámicos entre la parte giratoria y la parte estática, para permitir el giro a elevadas revoluciones sin que afecte a las condiciones de trabajo.

Esto conlleva a que la parte giratoria de las máquinas de mecanizado, y en particular de las máquinas de micro-mecanizado, se encuentre aislada eléctricamente del resto de la máquina cuando está girando en condiciones normales.

ES 2 308 927 B1

Se ha comprobado sin embargo que si se aplica entre la parte rotatoria y la parte estática del cabezal una señal eléctrica en un amplio rango de frecuencias, el conjunto eje rotatorio-soporte del cabezal se comporta como un elemento capacitivo, al ser ambos componentes metálicos y presentar un gap reducido. Asimismo, se ha comprobado que el rodamiento en su conjunto, tanto metálico como cerámico, se comporta como un elemento capacitivo aunque habitualmente su valor es inferior.

Por tanto, este comportamiento capacitivo principalmente debido al conjunto eje rotatorio-soporte del cabezal, así como a los rodamientos en menor medida, permite el empleo de un circuito eléctrico mediante el uso de alta frecuencia. Existirá por tanto, una variación en el circuito eléctrico cuando la herramienta o el cabezal hagan contacto con la pieza y cuando no lo hagan, posibilitando la identificación de los distintos estados.

En centros de mecanizado de alta velocidad así como en centros de mecanizado convencionales, este fenómeno sucede con señales eléctricas de frecuencias elevadas, de manera que el rango de frecuencias a emplear se encuentra generalmente entre los 5 y los 35 MHz.

Sin embargo este rango de frecuencias varía en función de la estructura y componentes de cada máquina, pudiendo variar el rango de frecuencias típicamente de 1 MHz a 60 MHz.

De acuerdo con la invención se incorpora un circuito eléctrico entre el cabezal y la mesa de una máquina, tal como una micro-fresadora, mediante el cual se puede controlar en cualquier momento del proceso el estado de la micro-herramienta utilizada.

Tal y como se observa en la figura 1, el circuito eléctrico (1) que se aplica está constituido por un generador de señales (2), una impedancia (bien una resistencia, una bobina, un condensador o una combinación de las anteriores) (3) y un medidor de tensiones (4), conectándose dicho conjunto entre el cabezal (5) de la máquina, que comporta a la herramienta (6), y la mesa de trabajo (8) en la que se dispone la pieza (7) a mecanizar. El cabezal (5) y la mesa de trabajo (8) se conectan a tierra, como medida de protección hacia el usuario.

El generador de señales (2) genera una señal alterna de 20 voltios pico a pico a frecuencia variable, con la particularidad de que dicha señal tendrá una frecuencia comprendida entre los 1 MHz y los 60 MHz, haciendo pasar la señal hasta la mesa de trabajo (8) pasando por la impedancia (3), tras lo cual llega de nuevo al generador de señales (2).

Las tensiones medidas en la impedancia (3) para una máquina, muestran cuándo existe contacto entre la herramienta o cabezal y la pieza a mecanizar y cuándo no existe tal contacto.

Para explicar este fenómeno se analiza el comportamiento de la máquina en el caso de que no exista contacto entre la herramienta (6) o cabezal (5) y la pieza (7) y también en el caso contrario, en el que exista contacto entre la herramienta (6) y la pieza (7).

En el primer caso (figura 3a), el circuito (1) se cierra a través de las conexiones a tierra tanto del cabezal (5) como de la mesa de trabajo (8), circulando por dicho recorrido de conexión a tierra una corriente que atraviesa una serie de inductancias, resistencias y capacitancias, que constituyen una impedancia equivalente (Z_1), la cual varía en función de la frecuencia empleada en la generación de la señal y depende de la estructura y componentes de los que está constituido cada máquina.

Cuando la herramienta (6) está en contacto con la pieza (7) (figura 3b), en el segundo caso, se mantiene el anterior circuito y se añade una rama por donde se cierra el circuito entre la herramienta (6) y la pieza (7); en este recorrido se dispone de otra impedancia (Z_2) también variable con la frecuencia.

A diferencia del contacto entre herramienta-pieza, cuando el cabezal (5) está en contacto con la pieza (7) (figura 3c), la rama que se añade presenta una impedancia muy pequeña, considerándose nula (cortocircuito).

Esta variación en los circuitos y su dependencia de la frecuencia, provoca una diferencia de tensiones en la impedancia (Z) (3), cuando la herramienta (6) o el cabezal (5) se encuentra en contacto con la pieza (7) respecto de cuando no lo esté.

En la gráfica de la figura 2 se muestra en ordenadas la tensión en voltios medida en la impedancia (3) para una máquina de aplicación concreta y en abscisas la frecuencia en MHz de la señal del generador (2).

En esta gráfica la línea de referencia (A) significa que la herramienta (6) y la pieza (7) no se encuentran en contacto. La línea de referencia (B) corresponde a la existencia de contacto entre la herramienta (6) y la pieza (7) y la línea de referencia (C) corresponde al contacto entre el cabezal (5) y la pieza (7).

Pues bien, se puede apreciar que la variación máxima de tensión entre las líneas (A) respecto de (B) y (C) se produce en el caso concreto de esta figura a 15 MHz. En efecto a 15 MHz la tensión medida en la impedancia (3) cuando hay contacto (línea (B) y línea (C)) es de 23 voltios; mientras que cuando no hay contacto (línea (A)) se medirán 5 voltios, siendo la diferencia de 18 voltios la máxima variación en todo el rango de frecuencias.

ES 2 308 927 B1

Es decir que, en el caso de esta máquina, el punto idóneo en el que debería trabajar el sistema es 15 MHz.

Por otro lado y para que el sistema sea aplicable a una máquina comercial la señal eléctrica obtenida en la impedancia (3) debe ser una señal que acepte el sistema de control de la máquina (PLC) (señal TTL).

5 Para ello, se ha previsto, tal y como se representa en la figura 4, complementar el circuito principal de la figura 1 con un circuito de transformación (9), que transforme la señal alterna obtenida en la impedancia (3) en una señal continua, aceptable por el sistema de control de la máquina (PLC).

10 Por ejemplo y según el esquema de la figura 4, el circuito (9) transforma una señal alterna de frecuencia comprendida entre 1-60 MHz a una señal continua de 0-5 voltios.

15 Se ha previsto que, lógicamente, los dos circuitos, el principal y el de transformación (9) constituyan un único circuito integrado (10) de aplicación directa a la máquina.

Y, en otro orden, se prevé la implementación de un dispositivo capaz de detectar automáticamente la frecuencia óptima correspondiente tanto para máquinas con rodamientos metálicos así como cerámicos.

20 En la figura 5 se representa un esquema en el que dicho dispositivo de detección automática se señala con la referencia (11). El dispositivo (11) detectará el rango de frecuencia en el que exista una variación de la diferencia de potencial en la impedancia tanto para el contacto como para el no contacto y, no sólo eso, sino que dentro de dicho rango detectará también cuál es la frecuencia idónea (máxima variación en la diferencia de potencial), que en el caso del ejemplo de aplicación de la gráfica de la figura 2 serían 15 MHz, estableciendo entonces que el generador de señal (2) opere a dicha frecuencia.

25 Por su concepto y funcionamiento, el sistema preconizado puede emplearse también para otras aplicaciones, además de la descrita destinada para el control de la herramienta (6) y en concreto para la detección de la rotura de la herramienta (6), así como para la detección de colisiones entre el cabezal y la mesa de trabajo. Otras aplicaciones pueden ser, por ejemplo, para mediciones mediante un palpador conductor, para medición de geometrías micrométricas, para mediciones a través de la propia herramienta en lugar del uso de palpadores, para el trabajo con coordenadas relativas, para control de los ciclos de trabajo, ciclos inteligentes, en el mecanizado de piezas, etc. Y en este sentido, el elemento no conductor eléctrico en condiciones normales, pero que se hace conductor a una determinada frecuencia de señal eléctrica, puede estar en el cabezal de la máquina, en la herramienta, en la pieza a trabajar y/o en la mesa de trabajo.

35 En concreto, algunas de las diversas aplicaciones posibles son:

- Detección de rotura de herramienta on-line. Estando mecanizando, se detecta la rotura de herramienta en cuanto varía la tensión medida.
- 40 - Detección de colisiones “on-line”. En caso de que la herramienta vaya en avance rápido y el sistema detecte un contacto, se envía una orden de parada automática de movimiento y el CNC muestra una pantalla de colisión, evitando daños estructurales a la máquina.
- Mediciones mediante un palpador conductor (touch probe). El sistema permite empleando un palpador conductor realizar las mismas operaciones que con los palpadores actuales.
- 45 - Medición de geometrías (agujeros, etc.) micrométricas. El límite inferior en diámetros de puntas de contacto (en palpadores) actualmente suministrados por las empresas ronda los 0,3 mm. En este sistema pueden emplearse puntas del orden de varias micras lo que permite la medición de geometrías más pequeñas.
- 50 - Mediciones con una herramienta. El sistema permite realizar mediciones con la herramienta misma, lo que implica las siguientes ventajas:
 - No se requiere de un palpador. Las mismas funciones se pueden hacer con una herramienta.
 - 55 - Se reducen errores debido a dilataciones y otras fuentes de imprecisión. Actualmente las mediciones se realizan mediante palpadores que no están girando y por tanto las máquinas están a cierta temperatura. Sin embargo al cargar la herramienta hay una imprecisión de posicionamiento primeramente, y además un calentamiento del cabezal debido a que la herramienta estará girando.
 - 60 - El único pequeño inconveniente es la huella que deja al hacer la herramienta contacto con la pieza. No obstante la profundidad de esta huella se puede controlar con la velocidad de avance del cabezal y permite obtener piezas con marcas submicrométricas.
- 65 - Posibilidad de trabajar con coordenadas relativas. En la actualidad resulta imposible realizar mecanizados ultraprecisos en componentes sin mecanizar la superficie. Ello es debido a que las mediciones se hacen a una temperatura inferior a la de mecanizado y errores de cambio de herramienta. Mediante este sistema, esos problemas son solventados y se pueden realizar mecanizados relativos de gran precisión.

ES 2 308 927 B1

- Minimizado de tiempos de posicionado. La detección inmediata del contacto permite realizar aquellos movimientos que no sean de mecanizado a velocidades de avance elevadas, reduciendo dicha velocidad a la velocidad de trabajo en cuanto se detecta el contacto. Ello permite reducir tiempos de ciclo y en definitiva, incrementar la productividad de la máquina.

5

- Ciclos inteligentes. La adaptación de esta señal en los diferentes ciclos existentes permite un mejor funcionamiento y una mayor productividad del sistema. A modo de ejemplo se explicará el ciclo de taladrado (pecking) donde la broca va taladrando en pasos de profundidades cada vez mayores. La introducción de esta señal permite:

10

- Si en el posicionado rápido de la herramienta detecta contacto: parar máquina y mostrar pantalla de colisión.

15

- Si detecta contacto a avances de trabajo antes de tiempo: parar máquina y mostrar pantalla de error de programación o mal reglaje de la herramienta.

20

- Si no detecta contacto a avances de trabajo después de lo que debiera: parar máquina y mostrar pantalla de error de programación o mal reglaje de la herramienta.

- Si una vez mecanizando detecta que no hay contacto: parar máquina y mostrar rotura de herramienta.

Asimismo, es posible emplear como sistema de medición por coordenadas (CMM), haciendo la punta de contacto del palpador (normalmente de rubí) de material conductor. Este sistema permite mediante el uso de avances pequeños y puntas de contacto finas la medición de componentes con unas precisiones ultra elevadas.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Sistema de monitorización y control de la herramienta y cabezal de una máquina-herramienta, del tipo de sistemas que utilizan la generación de un circuito eléctrico (1) entre la herramienta (6) o cabezal (5) y la pieza a trabajar (7) para monitorizar a través de dicho circuito el comportamiento de la máquina; **caracterizado** porque en dicho circuito eléctrico (1) existe, al menos, un elemento constituido por un material que en condiciones normales no es conductor eléctrico y porque dicho circuito eléctrico incorpora un generador de señales (2) que genera una señal alterna, estando comprendida la frecuencia de dicha señal entre unos valores suficientemente elevados como para captar una variación de la señal en una impedancia (3) del mencionado circuito (1).

15 2. Sistema de monitorización y control de la herramienta y cabezal de una máquina-herramienta, de acuerdo con la primera reivindicación, **caracterizado** porque el elemento constituido por un material que en condiciones normales no es conductor eléctrico, puede formar parte del propio cabezal (5) de la máquina, de la herramienta (6), de la pieza a trabajar (7) y/o de la mesa de trabajo (8) de la máquina.

20 3. Sistema de monitorización y control de la herramienta y cabezal de una máquina-herramienta, de acuerdo con la primera y segunda reivindicaciones, **caracterizado** porque según una realización práctica, el circuito eléctrico (1) se constituye por el generador de señales (2), la impedancia (bien una resistencia, una bobina, un condensador o una combinación de las anteriores) (3) y un medidor de señales (4), los cuales se establecen conectados entre sí y entre el cabezal (5) que comporta a la herramienta (6) y la mesa (8) sobre la que se dispone la pieza (7) a mecanizar.

25 4. Sistema de monitorización y control de la herramienta y cabezal de una máquina-herramienta, de acuerdo con la primera, segunda y tercera reivindicaciones, **caracterizado** porque se ha previsto que el circuito principal (1) se complemente con un circuito de transformación (9) que transforma la señal alterna obtenida en la impedancia (3) en una señal continua que puede ser acoplada por el sistema de control de la máquina (PLC); pudiendo constituirse este circuito de transformación (9) y el circuito principal (1) por un único circuito integrado.

30 5. Sistema de monitorización y control de la herramienta y cabezal de una máquina-herramienta, de acuerdo con la primera reivindicación, **caracterizado** porque en máquinas de micro-mecanizado, tales como son las máquinas de micro-fresado, el elemento constituido por un material no conductor eléctrico es el conjunto eje rotatorio-soporte del cabezal, así como los propios rodamientos del cabezal (5) en caso de que existan.

35 6. Sistema de monitorización y control de la herramienta y cabezal de una máquina-herramienta, de acuerdo con la primera reivindicación, **caracterizado** porque en la aplicación del sistema a máquinas de micro-fresado el generador de señales (2) genera una señal cuya frecuencia está típicamente comprendida entre 1 y 60 MHz, si bien puede generarse en otro rango, frecuencia ésta en la que existe una variación de la diferencia de potencial en la impedancia (3) del circuito.

40 7. Sistema de monitorización y control de la herramienta y cabezal de una máquina-herramienta, de acuerdo con la primera y sexta reivindicaciones, **caracterizado** porque la frecuencia de la señal generada por el generador de señales (2) se encuentra preferentemente comprendida entre 5 y 35 MHz.

45 8. Sistema de monitorización y control de la herramienta y cabezal de una máquina-herramienta, de acuerdo con la primera reivindicación, **caracterizado** porque se ha previsto implementar en el sistema un dispositivo (11) destinado a detectar automáticamente el rango de frecuencias, en la que aparece una variación en la señal del circuito eléctrico entre el contacto y el no contacto, y dentro de dicho rango la frecuencia óptima para dicha variación.

50

55

60

65

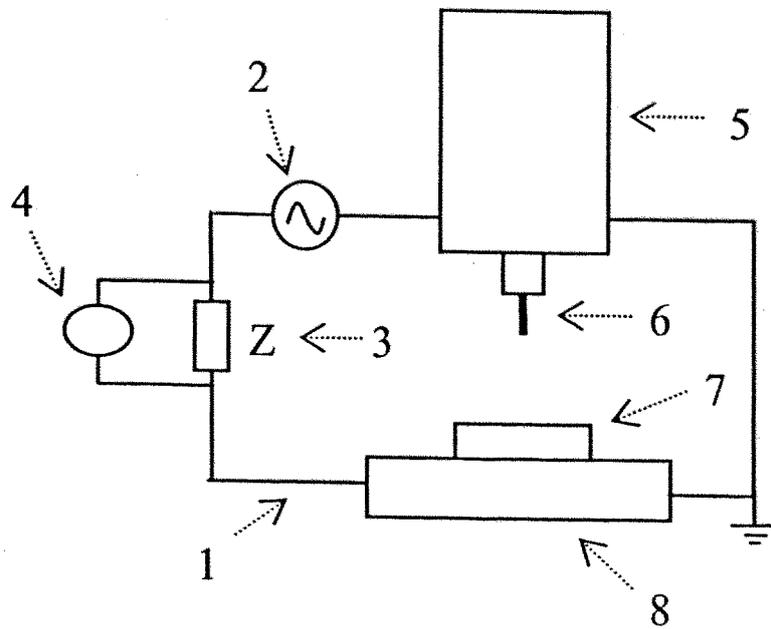


FIG. 1

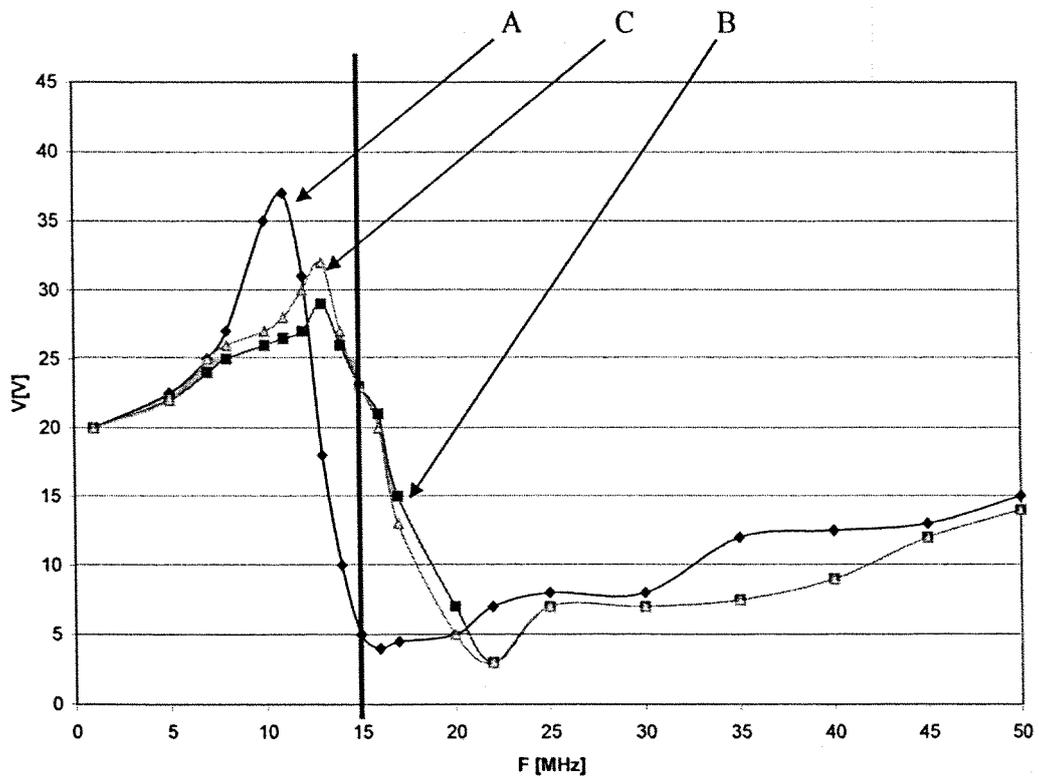


FIG. 2

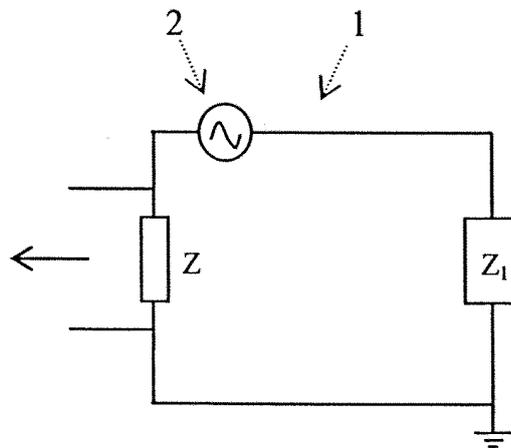


FIG. 3a

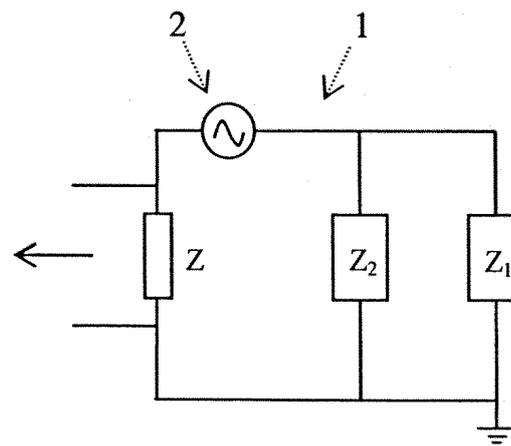


FIG. 3b

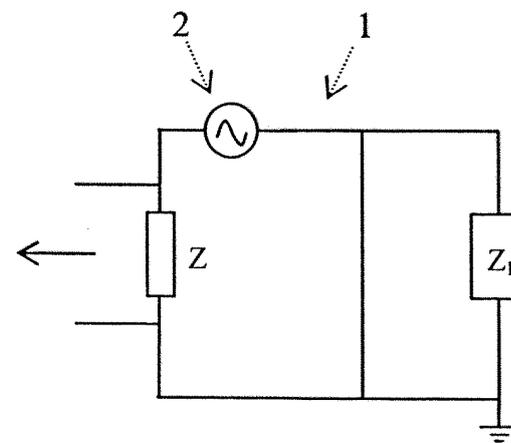


FIG. 3c

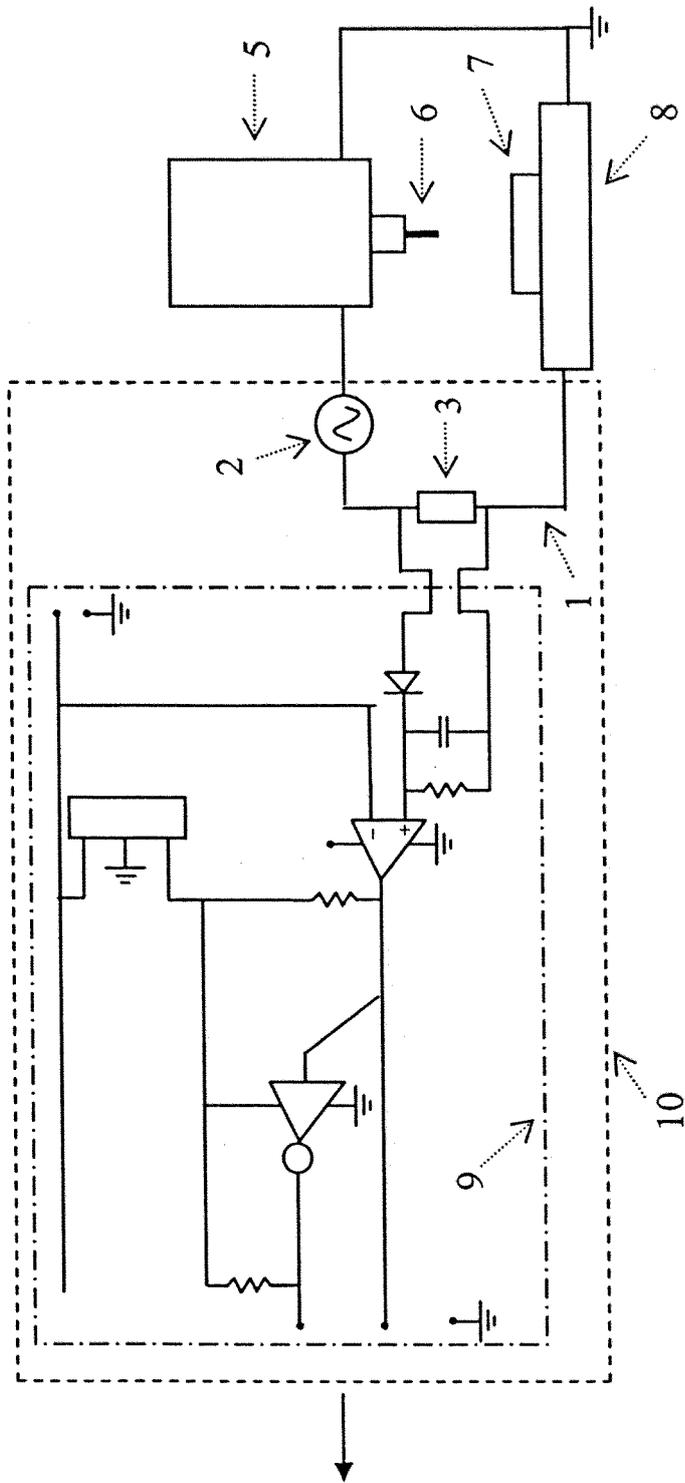


FIG. 4

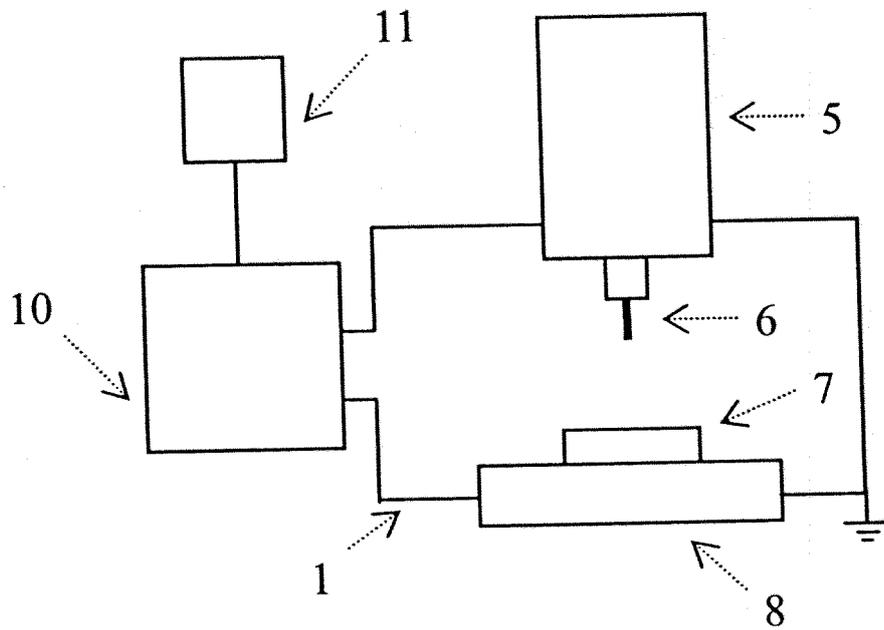


FIG. 5



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 308 927

② Nº de solicitud: 200701393

③ Fecha de presentación de la solicitud: **22.05.2007**

④ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: **B23Q 17/09** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	WO 2006128892 A1 (KLUFT WERNER) 07.12.2006, todo el documento.	1-5,8
A	US 4694686 A (FILDES et al.) 22.09.1987, todo el documento.	1-5,8
A	US 6481939 B1 (GILLESPIE et al.) 19.11.2002, resumen; figuras.	1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

09.10.2008

Examinador

A. Gómez Sánchez

Página

1/1