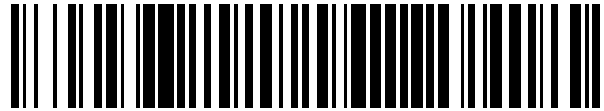


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 426 227**

51 Int. Cl.:

G05B 19/406 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.08.2009 E 09167339 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2013 EP 2151725**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la detección precisa de un contacto entre una herramienta giratoria y una pieza mecanizada por la herramienta**

30 Prioridad:

06.08.2008 FR 0804491

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

22.10.2013

73 Titular/es:

**FOREST LINE ALBERT (100.0%)
20, RUE DE L'ARC DE TRIOMPHE
75017 PARIS, FR**

72 Inventor/es:

**JEROME, GAËTAN;
LESEUR, JACK y
MATTEI, LUDOVIC**

74 Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 426 227 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

Procedimiento y dispositivo para la detección precisa de un contacto entre una herramienta giratoria y una pieza mecanizada por la herramienta

5 La presente invención se refiere a la fabricación de piezas con herramientas giratorias, principalmente electromandrilos de mecanizado que giran a alta velocidad.

De los documentos FR 2500776 o WO 97/30820 se conocen electromandrilos de mecanizado. Estas máquinas están asociadas a mandos de control según los ejes clásicos de traslación X, Y, Z y de rotación en A y B y, en general, permiten una precisión del orden de decenas de micrómetros, por ejemplo de 30 micrómetros, para máquinas de grandes dimensiones (recorridos superiores a 1,5 m).

10 En el marco de la continuación de un mecanizado para un último acabado y principalmente durante cuando se reanuda el mecanizado con una herramienta hermana que puede conllevar problemas en el reposicionamiento del husillo, es deseable mejorar en la mayor medida posible la precisión y, por tanto, se debe conocer con la mayor exactitud posible cómo se aproxima la herramienta giratoria a la pieza, también en caso de que la rotación de la herramienta giratoria y su desplazamiento a alta velocidad puedan provocar desplazamientos axiales del husillo.

15 El documento US 2003/002943 proporciona un dispositivo para detectar de forma precisa la aproximación de la herramienta fija en la pieza del tipo donde se detecta la modificación de un evento, principalmente eléctrico o acústico, que se produce durante la aproximación de la herramienta a la pieza. No obstante, este dispositivo utiliza un potencial positivo presente en toda la estructura de la máquina.

20 Del documento EP 1197819 se conoce también un dispositivo que presenta las características del preámbulo de la reivindicación 1 adjunta. La herramienta se aísla directamente del árbol del electromandrino en el que está montada por una capa aislante. La información eléctrica es recogida mediante medios no descritos en detalle directamente desde la herramienta y que probablemente son del tipo con escobillas. Esta disposición probablemente es satisfactoria para herramientas giratorias a baja velocidad, pero no así para herramientas que trabajan a altas velocidades como las de la presente invención. En efecto, la información recogida por el colector de escobilla no es
25 fiable a alta velocidad y, por otra parte, el aislamiento entre la herramienta y el árbol conlleva dudas sobre la posición exacta de la herramienta.

La US 2006/0159537 describe un dispositivo detector donde la información de cambio de estado eléctrico es detectada en la propia herramienta.

30 La invención pretende resolver estos inconvenientes y buscar una solución que permita una aproximación precisa, principalmente para herramientas que giran a alta velocidad.

La invención logra su objetivo mediante un dispositivo según la reivindicación 1 adjunta.

Ventajosamente, el primer potencial es la tierra, de modo que el cuerpo y la pieza y su porta-pieza no son llevados a ningún potencial, contrariamente a los dispositivos de la técnica anterior.

35 Según una primera forma de realización, el colector comprende un rodamiento conductor eléctrico, preferentemente de acero.

Según una primera variante de la primera forma de realización, el colector está sometido a un segundo potencial eléctrico mediante un circuito detector de paso de corriente que constituye el circuito de medida, caracterizándose el contacto por la detección de un cambio en la corriente que pasa en dicho circuito.

40 Este cambio de estado de la corriente en el circuito detector puede corresponder a un cambio binario de paso de corriente en ausencia de corriente. Por ejemplo, en un montaje práctico con puesta a masa (primer potencial nulo), la tarjeta instalada en la máquina detecta una falta de corriente en el circuito de medida: durante la aproximación, la corriente

En la práctica, la pieza puede ser someterse al primer potencial eléctrico (y principalmente puesta a tierra) mediante el porta-pieza que es conductor y está sometido a dicho primer potencial.

45 La gran ventaja de la invención es que se capta la información del potencial eléctrico en la parte posterior del husillo, en el árbol del electromandrino, en una parte cuyo diámetro es relativamente pequeño con ayuda de un cojinete, conductor o no conductor, relativamente de pequeñas dimensiones. La rotación aplicada en un mecanizado de alta velocidad es compatible con esta disposición.

50 La invención también se refiere a un procedimiento de aproximación precisa de una herramienta giratoria de mecanizado de una pieza en un porta-pieza en el cual se utiliza un dispositivo tal como el citado anteriormente.

Según una característica ventajosa, en una primera etapa se acerca la herramienta a una proximidad de la pieza y en una segunda etapa se adelanta la herramienta a pasos muy pequeños detectándose la aproximación en el

circuito de medida, reiterando el paso cada vez que se no se detecte una aproximación hasta la aproximación indicada en el circuito de medida.

Otras características y ventajas de la invención se harán evidentes de la siguiente descripción de ejemplos de realización y en relación con las figuras adjuntas, en las cuales:

- 5 Figura 1: vista esquemática de una máquina de mecanizado del tipo electromandrino y de la pieza a mecanizar, así como del circuito eléctrico asociado al procedimiento y a un dispositivo detector que no pertenece a la invención.
- 10 Figura 2: vista esquemática de una segunda máquina de mecanizado de tipo electromandrino y de la pieza a mecanizar, así como del circuito eléctrico asociado al procedimiento y a un dispositivo detector que no pertenece a la invención, representando la Figura 2A el esquema eléctrico correspondiente a la configuración de dichos elementos.
- 15 Figura 3: vista esquemática de una máquina de mecanizado de tipo electromandrino y de la pieza a mecanizar, así como del circuito asociado al procedimiento y al dispositivo detector de contacto preciso según la invención, representando la Figura 3A el circuito eléctrico equivalente.
- 20 La Figura 1 muestra de forma muy simplificada una pieza a mecanizar 10 colocada en una placa 11 gruesa de material conductor eléctrico, por ejemplo de acero o de hierro fundido.
- 25 El electromandrino 20 está representado de forma simplificada por su cuerpo 21 soportado por una estructura no representada de modo tradicional, mediante raíl, carro y deslizador, donde los desplazamientos relativos con respecto a la pieza son efectuados por dicho soporte del electromandrino y/o por el soporte de pieza según 5 ejes.
- 30 El husillo giratorio 22 está montado en un punto apropiado del cuerpo 21 mediante un par de rodamientos 23 en este caso no conductores, por ejemplo de cerámica. En la parte posterior del husillo 22 gira en el cuerpo 21 el árbol del electromandrino 24, sobre unos rodamientos no representados en la figura. En la parte anterior del husillo 22, un emplazamiento permite acoger el cono 25b de una herramienta giratoria 25 de sustracción de material destinada a retirar material de la pieza 10, presentando la herramienta un collarín 25a esencialmente del mismo tamaño que la parte anterior del husillo 22 y apoyado de forma rígida sobre su cono mediante un sistema de ajuste de la herramienta, no representado.
- 35 Un programa de mando dirige los movimientos del electromandrino 20 de modo que obliga a la punta de la herramienta 25 a seguir una trayectoria predeterminada, primero fuera del mecanizado, acercándose la herramienta a la pieza y, una vez realizada la aproximación precisa de la pieza, en el mecanizado, donde la punta de la herramienta retira de forma efectiva el material de la pieza, y finalmente fuera del mecanizado, cuando la herramienta se aleja de la pieza a mecanizar.
- 40 La invención se refiere más concretamente a la etapa final de acercamiento de la herramienta hacia la pieza y la aproximación.
- 45 Según la invención, se prevén medios muy precisos para detectar el contacto y, por tanto, para la aproximación a la pieza, basados en el reconocimiento de una modificación en un evento eléctrico cuando la herramienta entra en contacto con la pieza.
- 50 Para ello, la placa gruesa 11 se conecta a tierra mediante un cable 12 y el cuerpo 21 del electromandrino también se conecta a tierra mediante un cable 26. El potencial existente entre la herramienta 21 y el husillo 22 se recoge en la parte posterior del árbol del electromandrino 24 mediante un conductor móvil 27 (un rodamiento colector de acero) conectado a una fuente de corriente continua 28 a través de un circuito detector de corriente 30 susceptible de enviar una información binaria sobre el paso o no de corriente.
- 55 Cuando no se detecta corriente en el circuito 30, la herramienta 25 y el husillo 22 están todavía en estado aislado y, por tanto, sin contacto con la pieza. Por el contrario, una detección de corriente representa una continuidad eléctrica entre la herramienta 25 y la pieza 10 y, por tanto, que se produce una aproximación.
- 60 Según el procedimiento de conducción de la herramienta de la invención, el circuito de control del husillo lleva a la herramienta a la cercanía inmediata de la pieza según una trayectoria calculada. Por cercanía inmediata se entiende una distancia inferior a décimas de milímetro, típicamente del orden de décimas de milímetro, entre la posición teórica de aproximación a la pieza y la punta de la herramienta, tanto en Z como en XY. El acercamiento comprende el posicionamiento de los ejes rotativos A y B.
- 65 A continuación, el resto del recorrido se lleva a cabo a pasos muy pequeños, preferentemente de menos de pocos micrómetros, típicamente del orden de micrómetros, hacia la posición teórica de aproximación. En cada paso, se evalúa la conducción eléctrica detectada en el circuito 30. La duración del test es muy breve y si el test indica que no hay conducción, se retoma el recorrido para el paso siguiente, donde se repiten dichas operaciones hasta que el test señale que existe conducción y que la aproximación ha sido realizada. Por tanto, la precisión de la aproximación resulta del paso seleccionado para las medidas del test, esto es típicamente un micrómetro. Si cada paso exige

aproximadamente 500 ms, se observa que el recorrido final, que comprende del orden de 100 pasos, se ejecutará en 50 segundos. El tiempo necesario está directamente ligado a las capacidades del sistema de mando de la máquina.

5 La Figura 2 representa una variante. En ella se observa: la pieza 10 en su porta-pieza conductor 11 puesto a tierra mediante un cable 12; y el cuerpo 21 del electromandrino 20 donde gira el husillo 22 con su árbol 24, desplazando en rotación la herramienta 25, estando aislado el husillo 22 del cuerpo 21 mediante cojinetes aislantes 23, donde el cuerpo está conectado a tierra con un cable 26, y un colector 27 en la parte posterior del árbol 22. El colector está conectado a una fuente de tensión alternativa 28 a través de una resistencia de medida 31. El husillo 22 aislado del cuerpo 21 tiene una impedancia aislante Z_{ceb} , mientras que la herramienta 25 tiene con la pieza 10 una impedancia Z_{op} , que resulta muy alta cuando la herramienta 25 no toca la pieza 10 y que resulta nula o próxima a cero cuando la herramienta toca la pieza. De este modo, se crea entre estos diversos elementos el circuito eléctrico de medida 30 representado en la Figura 2A, donde las impedancias Z_{ceb} y Z_{op} están en paralelo. Midiendo la tensión alternativa en la resistencia de medida 31, se detecta inmediatamente una variación entre los dos estados relacionados con la diferencia de impedancia Z_{op} .

15 El modo de realización de la Figura 3, que representa la invención, se refiere a los mismos elementos 20, 21, 22, 23, 24, 25, 25a, 25b, 26, 28 que la Figura 2, con el colector 27 en la parte representado de forma más precisa. El cuerpo 21 se prolonga en la parte posterior mediante una pieza conductora 21', aislada de la parte principal 21 mediante una capa aislante 29. El árbol del husillo 24 puede girar en la parte posterior del cuerpo 21' gracias a rodamientos 27', los cuales, en este modo de realización y contrariamente al de las Figuras 1 y 2, son aislantes y están hechos de cerámica, por ejemplo. Esta función de rodamiento aislante se realiza ventajosamente sin grandes modificaciones, con las juntas giratorias clásicas de inyección de aire comprimido, de pulverización o de riego por el centro del husillo. Es suficiente aislar eléctricamente dicha junta con respecto al cuerpo 21 del electromandrino (lo que se realiza aquí mediante el aislante 29). El circuito 30 recibe la información a través de la pieza conductora 21' y de los rodamientos 27'. Por tanto, no hay conductividad entre el captador y el husillo, sino cierta impedancia. La Figura 3A representa el circuito equivalente a la Figura 3, donde se designa con Z_1 la impedancia entre la pieza posterior 21' y el cuerpo 21, con Z_{21} la impedancia entre la pieza posterior 21' y el árbol del husillo 24 y con Z_{22} la impedancia entre el árbol del husillo 24 y el cuerpo 21. Estas tres impedancias son en teoría parecidas a condensadores ideales y se caracterizan por una cierta respuesta de frecuencia. Durante la aproximación del husillo, la impedancia Z_{22} está en cortocircuito, lo que genera una señal eléctrica al nivel del circuito equivalente que se recupera vía las medidas 1 y 2.

Un microprocesador analiza las dos medidas. Mediante un algoritmo de procesamiento de la señal reforzada, éste es capaz de detectar el mínimo contacto entre la herramienta y la pieza, evitando al mismo tiempo la detección de perturbaciones imputables al sistema.

El microprocesador envía entonces una señal al mando del eje que interrumpe el acercamiento.

35 Para adaptarse a todo tipo de máquinas, el microprocesador puede configurarse (frecuencia de análisis óptima, frecuencia de muestreo, umbral de detección de la variación de impedancia, tamaño del búfer para el procesamiento de la señal...).

Durante su utilización, el microprocesador hace de fuente y de analizador. No envía una señal alternativa sinusoidal, sino una señal cuadrada 0-5V.

40 El interés de la invención se ilustra mediante el ejemplo práctico siguiente:

Como ya se ha señalado, la invención está particularmente destinada al mecanizado a alta velocidad, con una velocidad de rotación del orden de 10.000 a 40.000 vueltas/min, utilizando fijaciones de herramienta de tipo HSK100 o HSK50 respectivamente. En una configuración práctica, el diámetro exterior del rodamiento anterior 23 puede ser de 90 mm y su diámetro interior de 65 mm. Si la fijación de la herramienta 25 es de tipo HSK 63, el collarín 25b de la herramienta 25 es de 63 mm, lo que, para una velocidad de 30.000 vueltas/min, implica una velocidad circunferencial al nivel del collarín 25a de 100 m/s.

Según la invención, el colector ubicado en el árbol 24 en la parte posterior del husillo permite utilizar un rodamiento colector de diámetro interior y exterior de 10 y 26 mm y, por tanto, tener una velocidad circunferencial que se mantiene razonable a pesar de la alta velocidad de la herramienta.

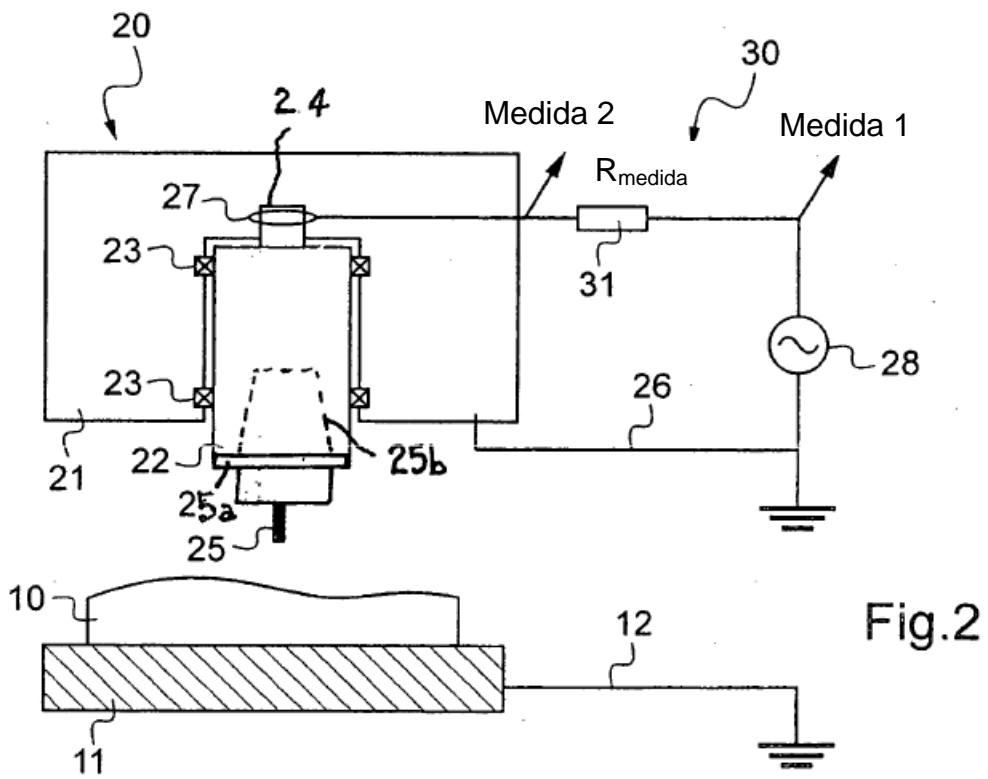
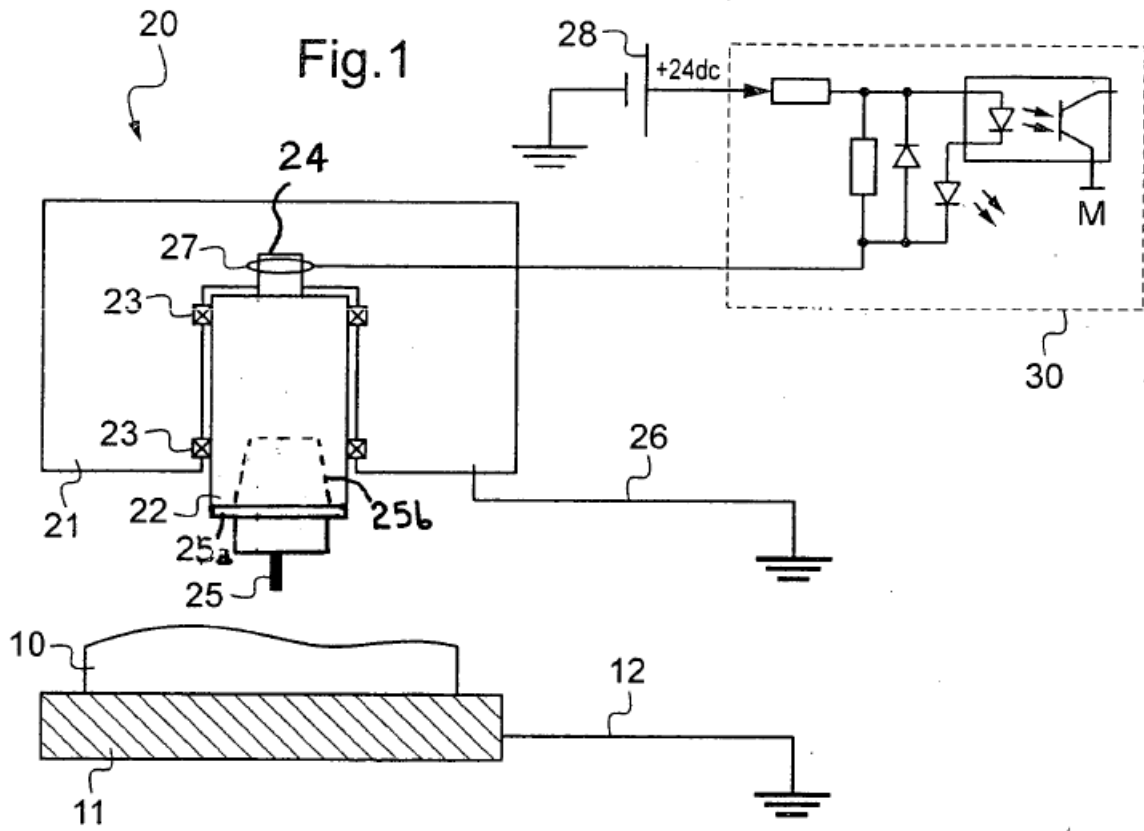
50 La invención permite detectar de forma precisa el contacto de la herramienta con la pieza. Esta detección precisa puede utilizarse para detectar la aproximación de la herramienta como se describe anteriormente. En una utilización alternativa, se puede detectar un daño en la herramienta en base a la desaparición de la señal eléctrica para una herramienta con una arista de corte o un cambio de frecuencia para una herramienta con varias aristas de corte no introducidas simultáneamente en el material.

55 En todas las formas de realización, puede ser oportuno limpiar cuidadosamente las herramientas y la pieza en la zona de aproximación para eliminar suciedad que podría interferir en el reconocimiento de los eventos eléctricos medidos.

Las soluciones de limpieza con ultrasonidos de la herramienta y de soplado a través del husillo y la herramienta durante toda la etapa de aproximación resultan interesantes.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo para la detección precisa de un contacto de una herramienta giratoria (25) de mecanizado con una pieza (10) en un porta-pieza (11), estando montada la herramienta (25) en un husillo (22) montado en rotación en un cuerpo (21) de un electromandrino (21), siendo el husillo (22) solidario en su parte posterior con un árbol rotativo (24) y giratorio en una parte posterior (21') del cuerpo (21) mediante rodamientos (27'), comprendiendo el dispositivo una unión de la pieza (10) y del cuerpo (21) a un primer potencial eléctrico, un aislamiento eléctrico de la herramienta (25) mediante soportes aislantes (23) y un dispositivo (30) de medida de un evento ligado a la conducción eléctrica entre la herramienta (25) y la pieza (10), donde un colector eléctrico (27) conecta la herramienta (25) al dispositivo de medida (30) para repercutir en dicho dispositivo de medida una modificación de un evento eléctrico que se sucede durante el contacto de la herramienta (25) con la pieza (10), donde los soportes aislantes (23) están dispuestos entre el árbol (24) del electromandrino y el cuerpo del electormandrino (21) y están constituidos por rodamientos de husillo (22),
- 10
- 15 caracterizado porque el colector (27) está formado por un rodamiento no conductor (27') previsto en el árbol (24) del electromandrino en la parte posterior del husillo (22), siendo la parte posterior (21') del cuerpo una pieza conductora y aislada del resto del cuerpo (21) mediante un aislante (29)
- 20 y porque el colector (27) está conectado a una fuente de tensión alternativa mediante un circuito (30) detector de impedancia que recibe información a mediante la pieza conductora (21') y el rodamiento (27'), teniendo lugar la aproximación, que se caracteriza por la detección de una variación de tensión medida entre dos puntos del circuito.
- 25 2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque el primer potencial es la tierra.
3. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque la pieza (10) se somete al primer potencial eléctrico mediante el porta-pieza (11) que es conductor eléctrico.
4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque están previstos medios de inyección de soplado de aire comprimido a través del husillo y la herramienta.
5. Dispositivo según la reivindicación 4, caracterizado porque dichos medios de inyección están constituidos por una junta giratoria que sirve de colector (27).
6. Procedimiento de aproximación precisa de una herramienta giratoria de mecanizado a una pieza en un porta-pieza, caracterizado porque se utiliza un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.
- 30 7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque en una primera etapa se acerca a la herramienta (25) a una proximidad inmediata de la pieza (10) y en una segunda etapa se hace avanzar la herramienta (25) mediante pasos muy pequeños, detectando con el circuito de medida (30) la aproximación, reiterando un paso cada vez que no se detecta una aproximación, hasta la aproximación indicada por el circuito de medición.
- 35



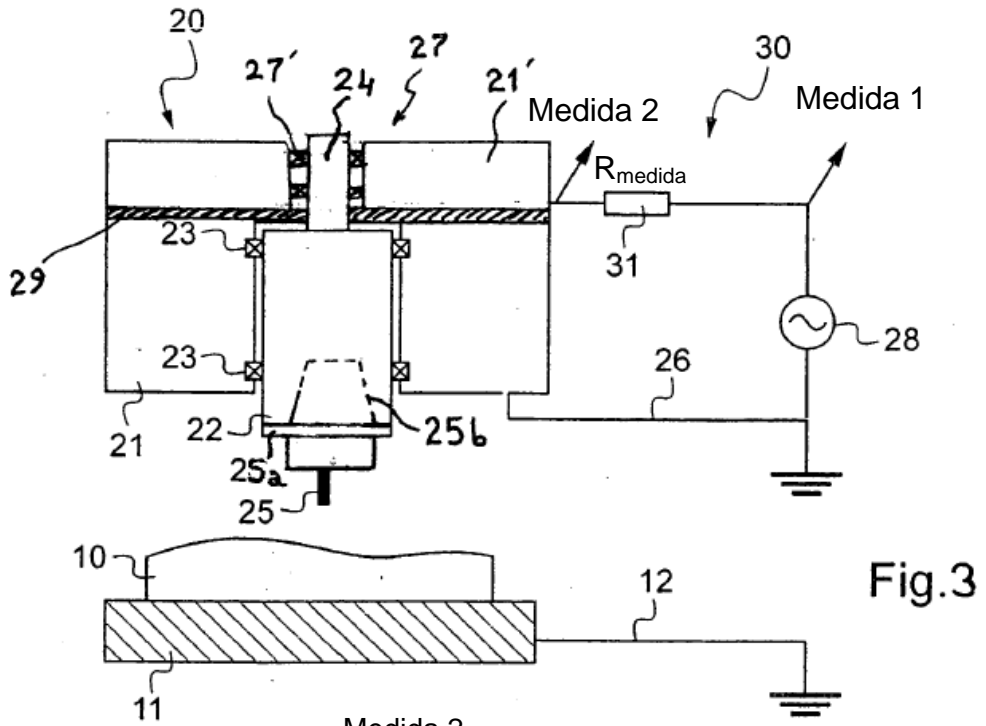
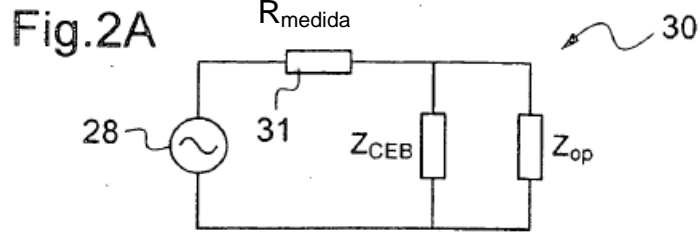


Fig.3

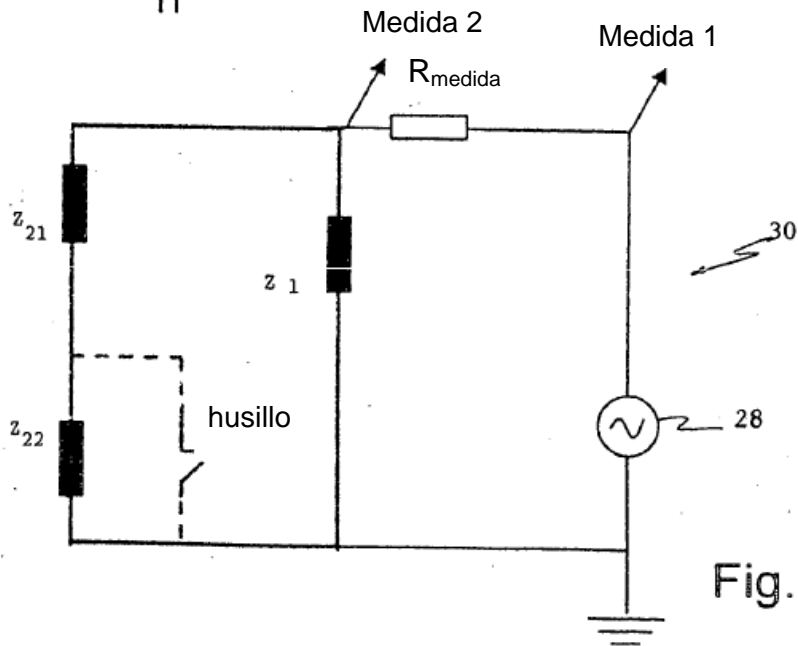


Fig.3A