

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 938**

51 Int. Cl.:

**B23Q 17/22** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.01.2016 E 16151988 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019 EP 3047938**

54 Título: **Dispositivo sensor y de posicionamiento para un cabezal de mecanizado de una máquina-herramienta, máquina-herramienta que comprende un dispositivo tal, y procedimiento de mecanizado asociado**

30 Prioridad:

**21.01.2015 IT TV20150011**

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

**26.02.2020**

73 Titular/es:

**BRETON SPA (100.0%)  
Via Garibaldi 27  
31030 Castello di Godego (TV), IT**

72 Inventor/es:

**CORLETTO, GABRIELE;  
ZEN, EDDY y  
TONCELLI, LUCA**

74 Agente/Representante:

**CURELL SUÑOL, S.L.P.**

**ES 2 744 938 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**

Dispositivo sensor y de posicionamiento para un cabezal de mecanizado de una máquina-herramienta, máquina-herramienta que comprende un dispositivo tal, y procedimiento de mecanizado asociado.

5

La presente invención se refiere a una máquina-herramienta que comprende un dispositivo sensor y de posicionamiento para su cabezal de mecanizado, y un procedimiento de mecanizado asociado. Una máquina-herramienta según el preámbulo de la reivindicación 1 adjunta se conoce a partir del documento de patente WO 00/39522.

10

En particular, la presente invención se refiere preferentemente a una máquina de control numérico de 5 ejes con un sistema de realimentación diseñado para realizar operaciones de mecanizado tales como taladrado, avellanado y roscado, pero también fresado.

15

Entre las diversas operaciones de mecanizado que pueden realizarse usando máquinas-herramienta es posible identificar operaciones de mecanizado denominadas de tipo "punto", en las que la herramienta se posiciona en un punto específico de la superficie que debe mecanizarse a menudo en una dirección perpendicular a la misma, pero también, en circunstancias particulares, en una dirección inclinada con respecto a la misma y a continuación se mueve a lo largo de su eje de modo que puedan realizarse operaciones de mecanizado tales como taladrado, avellanado, rectificación o roscado.

20

Otro tipo de operación de mecanizado son operaciones de mecanizado de tipo de "mecanizado de superficie", concretamente operaciones de mecanizado tales como fresado o nivelación, con lo que se forman superficies planas o curvadas. En estas operaciones de mecanizado, la herramienta, una vez que se ha definido la profundidad de trabajo, realiza el mecanizado, si es necesario en varias pasadas a profundidades cada vez mayores, moviéndose en direcciones sustancialmente perpendiculares a su eje de rotación.

25

La presente invención se refiere principalmente al primer tipo de operación de mecanizado, pero también a casos particulares del segundo tipo de operación de mecanizado.

30

A continuación se describirá brevemente un posible ejemplo de una secuencia de operaciones para el mecanizado de tipo "axial" o de "punto" realizado de manera perpendicular con respecto a la superficie.

35

Antes de realizar la operación, el extremo de la herramienta se posiciona en la proximidad del punto de la superficie de la pieza de trabajo (definido como "punto de posicionamiento") con el cabezal de mecanizado y por tanto el mandril dirigidos de modo que el eje de la herramienta está dispuesto a lo largo de la perpendicular al plano tangencial a la superficie que pasa por el punto de contacto.

40

A continuación el extremo de la herramienta se posiciona en el punto de la superficie de la pieza de trabajo (definido como "punto de contacto") en el que debe comenzar el mecanizado.

45

Tal como se conoce, las máquinas de control numérico comprenden una unidad de control programable y funcionan mediante un programa CAM que contiene el ciclo de mecanizado y otra información necesaria para mecanizar la pieza de trabajo en función de su forma geométrica.

50

En particular, debido a la unidad de control, la operación de mecanizado mencionada anteriormente puede realizarse en tres etapas:

55

1) una etapa de posicionamiento rápido (también denominada "movimiento rápido") en la que el cabezal de mecanizado se mueve de modo que el extremo de la herramienta se posiciona en el punto de posicionamiento, situado ligeramente encima del punto de contacto y con el eje alineado con la perpendicular a la superficie de la pieza de trabajo;

60

2) una etapa de acercamiento lento en la que el mandril de herramienta se mueve hacia delante a lo largo de la dirección de su eje hasta que la punta de la herramienta entra en contacto con la superficie de la pieza de trabajo, moviéndose así desde el punto de posicionamiento al punto de contacto;

65

3) una etapa de mecanizado en la que la herramienta se mueve hacia delante a lo largo de la dirección de su eje y penetra en el material en una cantidad igual a la profundidad de mecanizado para realizar el mecanizado requerido.

70

En el caso en el que deba realizarse el mecanizado de tipo "axial" con una inclinación dada con respecto a la perpendicular a la superficie de la pieza de trabajo, se emplea la misma secuencia de trabajo excepto que el eje del cabezal se dirige de manera adecuada de modo que está inclinado en la cantidad deseada con respecto a la perpendicular a la superficie.

75

En el caso en su lugar de operaciones de "mecanizado de superficie", tales como el fresado, el mecanizado se compone de las siguientes etapas:

- 5 1) una etapa de posicionamiento rápido en la que el cabezal de mecanizado se mueve de modo que el extremo de la herramienta se posiciona en el punto de posicionamiento, situado ligeramente encima del punto de contacto y con el eje alineado con la perpendicular a la superficie de la pieza de trabajo;
- 10 2) una etapa de acercamiento lento en la que el mandril con herramienta se mueve hacia delante a lo largo de la dirección de su eje hasta que el extremo de la herramienta entra en contacto con la superficie de la pieza de trabajo y a continuación penetra en el material que debe mecanizarse a una profundidad igual a la pasada de mecanizado;
- 15 3) una tercera etapa en la que el cabezal de mecanizado se mueve en la dirección perpendicular a su eje de mecanizado para realizar la operación de mecanizado requerida, tal como el mecanizado de una ranura o una bolsa.

20 Cualquiera que sea la operación de mecanizado que debe realizarse, es de importancia fundamental que la herramienta, antes de comenzar el mecanizado, esté posicionada correctamente con respecto a la pieza de trabajo que debe mecanizarse.

Tras el posicionamiento de la pieza de trabajo sobre la mesa (que debe realizarse con gran cuidado), una vez que se ha fijado la pieza de trabajo, se comprueba su fijación, y usando instrumentos de medición adecuados, su posición correcta en la máquina.

25 Aunque las máquinas de la técnica anterior se usan ampliamente y son populares, no están libres de inconvenientes.

Durante la primera etapa de posicionamiento, puede ocurrir que el mandril no esté posicionado de la manera deseada por varios motivos vinculados, por ejemplo, al artículo que está mecanizándose, por ejemplo:

- 30 1) no correspondencia entre las dimensiones reales del artículo que está mecanizándose y las dimensiones deseadas;
- 35 2) posicionamiento impreciso del artículo que está mecanizándose en la mesa para pieza de trabajo;
- 3) movimiento del artículo debido a un sistema de fijación defectuoso.

40 Con respecto a la herramienta, puede ocurrir por ejemplo el posicionamiento impreciso de la punta de herramienta, concretamente la punta de la herramienta no está situada en el punto de posicionamiento requerido, o el eje de la herramienta no está dirigido de manera precisa, o el eje no es perfectamente perpendicular, concretamente no está inclinado en el ángulo deseado con respecto a la perpendicular a la superficie.

45 En estas situaciones las operaciones de mecanizado realizadas tienen una profundidad y/o una posición diferente a la deseada.

50 La técnica anterior ha intentado resolver este problema técnico usando palpadores de detección montados en la nariz del mandril, que consisten en un único dedo provisto de un transductor que puede detectar con una serie de operaciones de detección la forma y posición reales de la superficie en la que debe realizarse el mecanizado. El palpador puede consistir en muchos tipos, por ejemplo: de tipo de contacto mecánico (mediante desviación transversal o presión axial), pero también de tipo de contacto eléctrico, óptico u optoelectrónico.

55 Se ha observado, sin embargo, que el tiempo requerido para el mecanizado aumenta significativamente. De hecho, se requiere en primer lugar retirar la herramienta de la nariz de mandril y sustituirla por el dispositivo sensor que a continuación debe realizar la detección de la superficie mediante una pluralidad de operaciones de detección en puntos específicos. Una vez que se ha detectado la superficie, una unidad de control compara los valores medidos con los valores de superficie teóricos. Si la unidad de control determina una diferencia entre los dos valores, calcula la divergencia entre la configuración real y la configuración teórica. Una vez que se ha calculado la divergencia, si existe, y la herramienta de detección se ha sustituido por la herramienta de mecanizado, la unidad de control mueve el mandril aplicando una corrección de posicionamiento en función de la divergencia determinada.

60 Está claro que, durante este proceso, además del tiempo necesario para detectar la superficie del artículo mediante el dispositivo, también está el tiempo requerido tanto para la operación de cambio de herramienta como para mover el mandril entre el depósito de herramienta y la superficie del artículo que debe mecanizarse.

65 También se ha observado que el dispositivo y el procedimiento de detección descritos anteriormente no son adecuados para resolver problemas de posicionamiento asociados con una posible deformación del material

durante el mecanizado.

5 Esto puede ocurrir por ejemplo, durante el mecanizado de artículos tales como chapas metálicas, que son finas y por tanto no muy rígidas, o en el caso de artículos de material compuesto tales como aquellos en los que hay una estructura de rigidización revestida en ambos lados con una superficie de recubrimiento, tal como la estructura de ala de aeronaves. En las zonas de la superficie de recubrimiento que están situadas a una distancia de la estructura rígida, el material es más deformable de modo que, tras las tensiones provocadas por el mecanizado, también podría flexionarse o doblarse con el resultado de que el mecanizado no se realiza de una manera precisa.

10 En casos extremos, también podría producirse la rotura o el fallo estructural del artículo que está mecanizándose.

Finalmente, el sistema empleado por la técnica anterior tampoco es efectivo en el caso en el que el artículo se haya movido debido a la fijación incorrecta.

15 Todo esto resulta en un aumento adicional de los costes de producción ya que el artículo resultante del mecanizado impreciso debe desecharse posteriormente.

20 El objetivo de la invención es, por tanto, resolver por lo menos parcialmente los inconvenientes de la técnica anterior.

Una primera tarea de la presente invención es proporcionar una máquina-herramienta que comprende un dispositivo sensor que permite el posicionamiento correcto del mandril y por tanto la herramienta, en función de la configuración real de la superficie de la pieza de trabajo.

25 Una segunda tarea de la presente invención es proporcionar una máquina-herramienta que comprende un dispositivo sensor que permite la interrupción del mecanizado en el caso de que se detecte el movimiento del artículo que está mecanizándose, evitando producir un artículo que a continuación debe desecharse.

30 Una tarea adicional de la presente invención es proporcionar una máquina-herramienta que incorpora dicho dispositivo y que puede realizar el mecanizado eficaz de artículos de chapa metálica o artículos de material compuesto o generalmente materiales que podrían deformarse durante el mecanizado.

35 Además, el objetivo es proporcionar una máquina, que incorpore un dispositivo tal, y un procedimiento que, en el caso de movimientos del artículo durante el mecanizado o la deformación o fallo del material por encima de un determinado límite, interrumpe inmediatamente el mecanizado, evitando por tanto el mecanizado incorrecto o el daño irremediable al artículo. En particular, el objetivo es proporcionar una máquina adecuada para mecanizar materiales que podrían deformarse o moverse dentro de determinados límites durante el mecanizado.

40 El objetivo y las ventajas se logran con una máquina que comprende un dispositivo tal según la reivindicación 1, y un procedimiento de mecanizado asociado según la reivindicación 15.

45 Tal como se verá más claramente a continuación, el cabezal de mecanizado de una máquina-herramienta tiene, conectado al mismo, un dispositivo sensor y de posicionamiento adaptado para detectar situaciones de error, tales como el posicionamiento inicial incorrecto de la pieza de trabajo en la máquina, errores en la fijación de la pieza de trabajo sobre la mesa para pieza de trabajo o similares, sin necesidad de una operación de cambio de herramienta.

50 Además, la máquina-herramienta que comprende un dispositivo sensor y de posicionamiento según la presente invención permite que el cabezal de mecanizado se posicione y dirija correctamente con respecto a la pieza de trabajo en la que debe realizarse el mecanizado requerido, también de manera dinámica, detectar continuamente la configuración real del artículo que está mecanizándose y compararla con la configuración teórica de modo que se mueva el cabezal correspondientemente.

55 Las ventajas y características particulares de la presente invención surgirán más claramente de la descripción detallada siguiente de numerosos ejemplos de formas de realización previstos a modo de un ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

60 las figuras 1A a 1B muestran respectivamente una vista en perspectiva y una vista frontal de un mandril y un cabezal de mecanizado de una máquina-herramienta, con herramienta montada;

las figuras 2A a 2B muestran respectivamente una vista en perspectiva y una vista frontal de un mandril y un cabezal de mecanizado de una máquina-herramienta, sin herramienta;

65 las figuras 3A a 3B muestran respectivamente una vista en perspectiva y una vista frontal de un mandril y un cabezal de mecanizado de una máquina-herramienta, sin herramienta, pero con el dispositivo sensor y de posicionamiento montado;

5 las figuras 4A a 4B muestran respectivamente una vista en perspectiva y una vista frontal parcialmente explosionada de un mandril y un cabezal de mecanizado de una máquina-herramienta, con herramienta y dispositivo sensor y de posicionamiento montados;

la figura 5 muestra una vista en perspectiva de una máquina según la presente invención;

la figura 6 muestra una parte, a una escala mayor, de la máquina según la figura 5;

10 la figura 7 muestra una vista frontal de la máquina según la figura 5;

la figura 8 muestra una parte, a una escala mayor, de la máquina según la figura 7;

15 las figuras 9 a 9A muestran una vista en perspectiva y vista frontal de un cabezal de mecanizado según la presente invención en una posible situación de funcionamiento;

las figuras 10, 10A, 10B muestran una vista en perspectiva, una vista frontal y un detalle ampliado de la vista frontal de un cabezal de mecanizado según la presente invención en una posible situación de funcionamiento;

20 las figuras 11, 11A, 11B muestran una vista en perspectiva, una vista frontal y un detalle ampliado de la vista frontal de un cabezal de mecanizado según la presente invención en una posible situación de funcionamiento;

la figura 12 muestra una vista frontal de un cabezal de mecanizado y un dispositivo sensor y de posicionamiento según la presente invención;

25 la figura 13 muestra una vista desde atrás de un dispositivo sensor y de posicionamiento según la presente invención;

las figuras 14, 15, y 16 muestra una posible forma de realización de un componente de la presente invención;

30 las figuras 17A a 17D muestran una forma de realización alternativa del dispositivo sensor y de posicionamiento según la presente invención, en la proximidad de un cabezal de mecanizado con herramienta enganchada; y

35 las figuras 18A a 18D muestran una forma de realización alternativa del dispositivo sensor y de posicionamiento según la presente invención, en la proximidad de un cabezal de mecanizado con herramienta no enganchada.

40 En la figura 5 se muestra una máquina 12 en la que está montado un dispositivo sensor y de posicionamiento 14 (denominado a continuación en la presente memoria también solo como dispositivo sensor 14) según la presente invención.

45 Para clarificar el alcance de protección de la presente invención, en primer lugar se describirá un ejemplo de una máquina-herramienta 12 al que se puede aplicar el dispositivo de la presente invención, entendiéndose obviamente que las formas de realización que se describirán son meramente ejemplos que no limitan el alcance de protección definido por las reivindicaciones adjuntas.

Según una posible forma de realización de la presente invención, la máquina 12 comprende una mesa 16 para pieza de trabajo. La mesa 16 para pieza de trabajo puede adaptarse para la fijación de ménsulas (no mostradas) en su superficie, para bloquear en posición artículos que deben mecanizarse.

50 A lo largo de los lados de la mesa 16 para pieza de trabajo, se disponen dos estructuras de apoyo laterales 18, 20 enfrentadas entre sí y tienen una viga 22 deslizante dispuesta entre ellas. La viga 22 puede deslizarse encima de las estructuras de apoyo laterales 18, 20 gracias a medios de desplazamiento deslizante conocidos por sí mismos para el experto en la técnica. Debido a que estos medios no están estrictamente vinculados a las ideas inventivas de la presente invención, no se describirán adicionalmente.

55 Sobre la viga 22 se proporciona un carro 20 que se desliza a lo largo de dicha viga 22. En este caso los medios usados para el desplazamiento deslizante del carro 24 también son conocidos por sí mismos para el experto en la técnica y, debido a que no forma un tema específico de la presente invención, no se describirán adicionalmente.

60 Un manguito tubular 26 se posiciona en el carro 24 y está dotado en su extremo inferior de un cabezal 28 de mecanizado. El manguito tubular está adaptado para mover el cabezal de mecanizado en la dirección vertical hacia y lejos de la mesa 16 para pieza de trabajo.

65 En las figuras, para una referencia más fácil, se muestra en las figuras un cabezal 28 de mecanizado de tipo horquilla. La referencia no es en absoluto limitativa con respecto al tipo de cabezal que puede montarse en la máquina de la presente invención. Los cabezales birrotacionales ofrecen en cualquier caso una serie de ventajas

asociadas con los posibles ajustes de posicionamiento de la herramienta y son por este motivo preferibles en las máquinas de la presente invención.

5 El cabezal 28 de mecanizado comprende un mandril 30 (véanse las figuras 1 y 2) con una nariz de mandril 32 en la que puede montarse una herramienta de mecanizado 34.

La herramienta de mecanizado 34 puede tener un soporte cónico del tipo estándar, conocido por sí mismo para el experto en la técnica y que puede engancharse directamente por la nariz de mandril 32.

10 Una herramienta de taladrado, avellanado o roscado (para formar la rosca en un orificio), pero también una herramienta de fresado, puede por ejemplo unirse a la nariz de mandril 32.

El dispositivo sensor y de posicionamiento 14 según la invención se monta en el extremo del mandril 30.

15 Ventajosamente, el dispositivo sensor 14 puede fijarse a la superficie 34 frontal del mandril 30, que rodea la nariz de mandril 12.

20 Para entender correctamente el posicionamiento relativo de la herramienta de mecanizado 34 y el dispositivo sensor 14, las figuras 1A a 4B muestran un cabezal de mecanizado en varias condiciones y posiciones. En particular:

- las figuras 1A a 1B muestran un cabezal 28 de mecanizado con herramienta de mecanizado 34, pero sin dispositivo sensor 14;
- 25 - las figuras 2A a 2B muestran un cabezal 28 de mecanizado sin dispositivo sensor 14 y sin herramienta de mecanizado 34;
- las figuras 3A a 3B muestran un cabezal 28 de mecanizado con dispositivo sensor 14 y sin herramienta de mecanizado 34;
- 30 - las figuras 4A a 4B muestran un cabezal 28 de mecanizado con dispositivo sensor 14 y con herramienta de mecanizado 34.

35 Según una posible forma de realización de la presente invención el dispositivo sensor 14 comprende un elemento de fijación 38 con por lo menos tres elementos sensores 40A, 40B, 40C (véanse las figuras 3A, 3B, 4A y 4B).

Según una posible forma de realización de la presente invención el elemento de fijación 38 es una brida de soporte.

40 Ventajosamente, los elementos sensores 40A, 40B, 40C están dispuestos sobre la brida de soporte 38 equidistantes entre sí a lo largo de una circunferencia.

45 Según una posible forma de realización de la presente invención, los tres elementos sensores 40A, 40B, 40C pueden posicionarse de manera que estén ligeramente inclinados con respecto a la dirección axial de la brida de soporte 38 y que converjan entre sí.

De este modo, cuando la brida de soporte 38 se monta en la nariz de mandril 32, los elementos sensores 40A, 40B, 40C están adaptados para detectar puntos en la superficie del artículo que están muy cercanos al punto en el que se realiza el mecanizado y que está situado alineado con la dirección axial de la brida de soporte 38.

50 Según una posible forma de realización de la presente invención, los elementos sensores 40A, 40B, 40C son palpadores a modo de agujas. Un transductor que puede detectar la posición del extremo de cada aguja está conectado a cada palpador.

55 Tal como ya se mencionó anteriormente, los tres palpadores 40A, 40B, 40C (que se indican con los mismos números de referencia que los elementos sensores) pueden posicionarse de modo que estén ligeramente inclinados con respecto a la dirección axial de la brida de soporte 38 y que converjan entre sí.

60 De este modo es posible mover los tres extremos de los palpadores 40A, 40B, 40C hacia el punto de medición (que es el punto central) para reducir a un mínimo el error de medición. En el caso específico, los tres palpadores 40A, 40B, 40C están inclinados en un ángulo de entre 20° y 10° y preferentemente alrededor de 15°.

65 En cualquier caso, el valor de la inclinación depende del tamaño de la brida de soporte 38, y en particular del diámetro de la circunferencia a lo largo del cual los palpadores 40A, 40B, 40C se fijan sobre la brida de soporte 38 y de la circunferencia que pasa por los tres extremos de los palpadores 40A, 40B, 40C, y también de su longitud.

En la condición de funcionamiento, con el dispositivo sensor 14 posicionado en el mandril 30, el eje de la brida 38

coincide con el eje de rotación del mandril 30 y por tanto la herramienta 34.

5 Tal como se conoce, un solo y único plano pasa por los tres puntos en el espacio. Por tanto, para detectar la superficie del artículo que está mecanizándose, es necesario que todos los tres palpadores 40A, 40B, 40C lo toquen, de modo que los palpadores deben poder retraerse en una determinada medida, definida como una fuerza de pretensado.

10 De hecho, mientras que el caso de superficies planas, los tres palpadores entran en contacto con la superficie de la pieza de trabajo simultáneamente (suponiendo que el eje del mandril es perpendicular a la superficie de la pieza de trabajo), en el caso de superficies curvadas existe la posibilidad de que los tres palpadores no entren en contacto en absoluto con la superficie de la pieza de trabajo simultáneamente incluso aunque el eje de la brida sea perpendicular a las superficies de la pieza de trabajo en ese punto.

15 De este modo, es posible también compensar cualquier diferencia física (aunque mínima) entre los palpadores.

En general un palpador entrará en contacto en primer lugar, un segundo palpador entrará en contacto a continuación, seguido de un tercer palpador que entrará en contacto en último lugar.

20 Debido a la fuerza de pretensado, todos los tres palpadores pueden tocar la superficie de la pieza de trabajo para detectar la posición del punto tocado y por tanto obtener información con respecto al plano que pasa por estos tres puntos.

25 Las figuras 9 a 9A muestran un cabezal 28 de mecanizado de una máquina-herramienta 12 que se mueve hacia una superficie 42 de un artículo.

Las figuras 10, 10A, 10B muestran un cabezal 28 de mecanizado, cuyo dispositivo sensor está en contacto con la superficie 42 de un artículo. En este caso, el eje del dispositivo sensor y por tanto de la herramienta es perpendicular a la superficie 42 que debe mecanizarse.

30 Las figuras 11, 11A, 11B también muestran un cabezal 28 de mecanizado, cuyo dispositivo sensor está en contacto con la superficie 42 de un artículo. En este caso, sin embargo, el eje del dispositivo sensor y por tanto de la herramienta está inclinado con respecto a la dirección perpendicular a la superficie 42 que debe mecanizarse.

35 Con el dispositivo sensor 14 según la presente invención es posible detectar la posición del artículo antes de comenzar el mecanizado y durante el transcurso del mecanizado.

40 Por ejemplo, en el caso en el que se realiza la detección antes del mecanizado, la información suministrada por cada uno de los tres transductores, concretamente la medida de los tres puntos tocados en la superficie de la pieza de trabajo se envía a la unidad de control y se compara con la posición teórica de los tres puntos de contacto, definida por el modelo numérico del artículo almacenado en la unidad de control.

45 Si hubiera una divergencia entre la posición real y la posición teórica de los tres puntos detectados, la unidad de control determina el grado de las correcciones que deben realizarse que pueden consistir por ejemplo en desplazamientos lineales y/o angulares del cabezal de mecanizado, que se mueve ligeramente lejos de la superficie 42 del artículo, se orienta y desplaza adecuadamente, incorporando las correcciones calculadas, y a continuación se mueve de vuelta hacia la superficie 42 de modo que la punta de la herramienta se sitúa en el punto de posicionamiento exacto y se dirige correctamente.

50 En este punto el cabezal 28 de mecanizado avanzará a lo largo del eje de la herramienta 34 de modo que se moverá desde el punto de posicionamiento al punto de contacto en el que la herramienta 34 entra en contacto con la superficie 42 del artículo.

55 A continuación, en el caso de operaciones de mecanizado axial, la herramienta 34 continuará axialmente de modo que realice la operación de mecanizado real, mientras que en el caso de operaciones de mecanizado de fresado la herramienta se moverá hacia delante axialmente de modo que penetre en el material en una cantidad igual a la profundidad de la pasada de mecanizado y a continuación se moverá transversalmente con respecto a la herramienta para realizar la operación de mecanizado real.

60 El dispositivo sensor está adaptado para detectar durante el mecanizado la posición del artículo.

De hecho, durante el mecanizado, los tres palpadores permanecen activos y en contacto con la superficie 42 del artículo, detectando continuamente la posición y dirección correctas del cabezal y por tanto de la herramienta.

65 Considerando que, también durante el mecanizado, los palpadores deben retraerse la longitud de retracción mínima de los palpadores debe ser igual a la suma de la longitud de pretensado máxima y la profundidad de mecanizado máxima, permitiendo también un margen de seguridad suficiente.

De acuerdo con una posible forma de realización de la presente invención, la longitud de pretensado debe estar en el ámbito de 1 cm.

5 Además, suponiendo, por ejemplo, una profundidad de mecanizado de aproximadamente 4 cm, la longitud de retracción de cada palpador puede estar por ejemplo en el ámbito de 5,5 cm.

10 Las operaciones de fresado que pueden realizarse con un dispositivo sensor según la presente invención son limitados porque los tres palpadores 40A, 40B, 40C, moviéndose junto con la herramienta de mecanizado 34, hacen un contacto deslizando en la pieza de trabajo, de manera diferente que la que sucede en operaciones de mecanizado axial en las que no hay ningún contacto deslizando.

15 Se resalta, sin embargo, que también durante las operaciones de mecanizado axial los extremos de los tres palpadores también hacen un contacto deslizando muy ligero con la superficie de la pieza de trabajo debido al hecho de que los tres palpadores están ligeramente inclinados.

20 En el caso del fresado, el contacto deslizando es en su lugar definitivamente mayor y es precisamente esto lo que limita las operaciones que pueden realizarse solamente a aquellas en las que la superficie y profundidad de fresado son pequeñas.

Además, debido a que están implicadas operaciones de mecanizado de superficie de tipo "punto" (taladrado, avellanado y roscado) u operaciones para mecanizar superficies de pequeño tamaño, la cantidad de virutas producida es mínima, de modo que no hay riesgo de daño a los palpadores.

25 Si el artículo se mueve durante el mecanizado, debido a:

- la fijación defectuosa,
- la deformación o fallo del material,
- el movimiento de la pieza de trabajo en el equipo de fijación,

30 el error se detecta fácilmente.

35 Según una posible forma de realización de la presente invención, si este error supera un nivel umbral mínimo, que puede ventajosamente elegirse y establecerse en la unidad de control programable de la máquina-herramienta, el mecanizado puede interrumpirse separando inmediatamente la herramienta 34 de la superficie 42 del artículo y enviando una señal de alarma al operario.

40 Se describirá ahora en detalle los posibles sistemas para conectar entre sí el mandril 30 y el dispositivo sensor y de posicionamiento 14 según la presente invención.

45 Como puede verse por ejemplo en las figuras 4A a 4B, la brida 38 del dispositivo sensor 14 puede fijarse mediante tornillos 44 a la superficie frontal 36 del mandril 30. Siempre que se requiera realizar el mecanizado del tipo mencionado anteriormente (taladrado, avellanado, rectificación, roscado) se requiere parar el funcionamiento de la máquina y realizar el montaje de la brida 38.

Como puede verse en las figuras 5 y 6, la máquina según la presente invención puede comprender un depósito 46 de herramientas y un asiento 48 de almacenamiento para el dispositivo sensor 14 en el caso de que se retire automáticamente y se una al extremo del mandril 30.

50 Las figuras 12 y 13 muestran una forma de realización alternativa de la presente invención en la que el dispositivo sensor 14 está adaptado para unirse al extremo del mandril 30 mediante medios de sujeción automáticos 50 adecuados.

55 De este modo ya no se requiere parar el funcionamiento de la máquina para montar el dispositivo, sino que el mismo puede simplemente levantarse y unirse al mandril.

60 La brida puede tener, insertados o mejor incorporados en la misma, imanes (tres en número, pero el número puede obviamente ser diferente). Los imanes permiten que la brida 38 se una de manera sencilla y rápida a la superficie frontal 36 del mandril 30.

No es necesario que el mandril 30 esté provisto de imanes correspondientes, ya que está hecho de material metálico y por tanto es ferromagnético.

65 Es evidente que el mandril 30 también podría estar provisto de imanes para ejercer una mayor fuerza de atracción entre los dos elementos. Alternativamente, los imanes podrían estar presentes sólo en la parte inferior del mandril.

Debería considerarse que el dispositivo palpador no está sometido a esfuerzos particulares ya que simplemente se apoya en la superficie que debe detectarse y, por tanto, en resumen la fuerza que debe superarse es esencialmente la fuerza del peso del propio dispositivo.

5 Puede obtenerse el centrado del dispositivo sensor 14 y por tanto de su brida 38 con el mandril, por ejemplo porque:

- la brida 30 puede estar provista de un vástago cilíndrico que se inserta en una cavidad cilíndrica formada en la parte inferior del mandril;

10 - la brida 38 puede estar provista de por lo menos un perno de centrado 52, mientras que la parte inferior del mandril 30 puede tener por lo menos una cavidad 54 receptora correspondiente.

15 También debería observarse que se proporcionan unos medios 56 para la conexión eléctrica móvil entre la brida 38 y el mandril 30, siendo dicha conexión necesaria para conectar eléctricamente entre sí los tres palpadores con la unidad de control programable de la máquina.

Ventajosamente, puede preverse un conector eléctrico macho en la brida 38, mientras que puede preverse un conector eléctrico hembra en la superficie frontal 36 del mandril 30.

20 Para el montaje del dispositivo sensor 14, el mandril 30 simplemente se posiciona cerca del asiento 48 de almacenamiento en el que está dispuesto el dispositivo, se mueve hacia él, lo engancha mediante los imanes y a continuación lo extrae de la pinza que lo sujeta.

25 Para depositar el dispositivo en el asiento de almacenamiento el dispositivo simplemente debe insertarse dentro de la pinza y a continuación el mandril debe moverse hacia arriba de modo que el dispositivo permanezca anclado dentro de la pinza y así se separa del mandril.

30 Es preferible unir primero el dispositivo 14 y a continuación la herramienta de mecanizado 34, pero también es posible la secuencia inversa.

Las figuras 17A a 18D muestran una forma de realización alternativa de los medios de unión automáticos 50.

35 Las caras de la brida 38 y el mandril 30 que se juntan entre sí pueden estar cada uno provistos de tres dientes Hirth, indicados por los números de referencia 58, 60, para centrar la brida 38 y el mandril 30, preferentemente dispuestos circunferencialmente y equidistantes entre sí.

Para fijar la brida 38 en el mandril 30, puede usarse por lo menos un dispositivo de unión neumático ZPS (*Zero Point System*).

40 El dispositivo de unión ZPS comprende:

- un primer elemento que consiste en un pasador 62 en el que se forma una ranura circunferencial;

45 - un segundo elemento que consiste en un cuerpo 64 cilíndrico hueco que contiene un anillo de rodamiento de bolas adaptado para enganchar con la ranura circunferencial del pasador 62 de modo que lo fija en posición.

50 El segundo elemento está provisto de muelles Belleville que empujan el anillo de rodamiento de bolas hacia fuera y un conducto para aire a presión que actúa en la dirección opuesta, de modo que provoca la retracción del anillo de rodamiento de bolas.

55 Cuando se requiere enganchar el pasador 62, se suministra aire comprimido al interior del conducto, los muelles Belleville se comprimen, el anillo de rodamiento de bolas se retrae y el pasador puede insertarse dentro del cuerpo cilíndrico. En este punto, se interrumpe el flujo de aire comprimido, el anillo de rodamiento de bolas se desplaza hacia fuera y se fuerza dentro de la ranura circunferencial del pasador, bloqueándolo.

60 Para liberar el perno, es suficiente suministrar al conducto aire comprimido, de modo que el anillo de rodamiento de bolas se mueve de vuelta hacia dentro, comprimiendo los muelles Belleville y el pasador puede por tanto extraerse del cuerpo cilíndrico.

Según una posible forma de realización de la presente invención, el dispositivo 14 comprende tres pasadores 62, mientras que la superficie frontal del mandril 30 comprende tres cuerpos 64 cilíndricos huecos correspondientes.

65 En esta forma de realización también pueden proporcionarse los medios de conexión eléctrica presentes en la forma de realización anterior (véanse las figuras 12 y 13), pero no se muestran en las figuras adjuntas.

5 Las figuras 14 a 16 muestran una posible forma del cabezal de mecanizado según la presente invención. En particular, las figuras muestran una tapa 66 que puede ajustarse en el extremo inferior del mandril 30 cuando no se usa el dispositivo sensor 14. Ventajosamente, la tapa 66 puede sellar el conector eléctrico hembra presente en la parte inferior del mandril. De este modo es posible proteger el conector eléctrico hembra de los chorros de fluido lubricante/refrigerante y las virutas de mecanizado.

10 Según una posible forma de realización de la presente invención, la tapa puede ser muy similar a la brida y por tanto también puede estar provista de imanes y pasadores de centrado se modo que se cierre completamente la parte inferior del mandril, y en particular el conector eléctrico, evitando así que se ensucie y oxide durante el mecanizado.

El ajuste y la retirada de la tapa para proteger a la parte inferior del mandril pueden realizarse de una manera completamente similar a la realizada para el dispositivo sensor.

15 Las ventajas que pueden lograrse con la presente invención son por tanto evidentes ahora.

20 En primer lugar, las operaciones de mecanizado mencionadas anteriormente (taladrado, avellanado, rectificación y roscado) se realizan según las especificaciones de diseño y, en particular, se realizan en el punto exacto y con el posicionamiento direccional correcto del eje de la herramienta.

Además las operaciones de mecanizado se realizan a la profundidad requerida sin errores. De hecho, como el punto de inicio es el punto de contacto exacto con la superficie de la pieza de trabajo, la profundidad también será exacta.

25 En el caso de operaciones de avellanado, se garantizan la profundidad y el diámetro del avellanado.

30 Supóngase que, de hecho, la superficie de la pieza de trabajo no será plana sino que, debido a las irregularidades, es ligeramente curvada. Si no se usara el dispositivo sensor en el caso de superficies convexas, el avellanado sería mayor que la requerida, mientras que el caso de superficies cóncavas o curvadas hacia dentro el avellanado sería menor.

En su lugar, como resultado del dispositivo sensor descrito anteriormente, el avellanado se realiza siempre de manera correcta, independientemente de cualquier irregularidad en la superficie de la pieza de trabajo.

35 También pueden realizarse operaciones de mecanizado de fresado según las especificaciones de diseño, ya que se realizan correctamente desde el punto de inicio mientras que se monitoriza la posición de la herramienta durante toda la operación de mecanizado.

40 Esencialmente, entre otras cosas, con el dispositivo según la presente invención, es posible:

- posicionar y ajustar correctamente la dirección de la herramienta con respecto a la pieza de trabajo en el punto de mecanizado inicial;
- monitorizar la posición y la dirección de la herramienta durante la etapa de mecanizado.

45 Es evidente que también es posible realizar solo la primera operación, aunque es preferible hacer uso del dispositivo para ambas operaciones.

50 El dispositivo es particularmente adecuado para el mecanizado de materiales deformables tales como elementos de chapa metálica y materiales compuestos que se componen de un núcleo de refuerzo revestido en ambos lados de una lámina de recubrimiento.

55 El experto en la técnica, para cumplir con requisitos específicos, puede hacer modificaciones a las formas de realización descritas anteriormente y/o sustituir las partes descritas por partes equivalentes, sin apartarse por ello del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

En particular, podrían usarse más de tres elementos sensores.

60 Además, podrán usarse sistemas de detección diferentes, por ejemplo sistemas ópticos, como será ahora evidente para el experto en la técnica.

La descripción se ha proporcionado con referencia a una máquina de 5 ejes, pero los conceptos innovadores de la presente invención también pueden aplicarse a máquinas que presenten un número de ejes inferior o superior.

65 Además, los medios para mover el cabezal de mecanizado encima de la mesa para pieza de trabajo pueden comprender una estructura de pórtico móvil.

La máquina además no necesita ser una máquina de tipo cartesiano, tal como el descrito, sino que podría ser de otro tipo, tal como una máquina con un brazo antropomórfico o robótico.

**REIVINDICACIONES**

1. Máquina-herramienta (12), que comprende:

- 5 - una mesa (16) para pieza de trabajo,
- un cabezal (28) de mecanizado,
- 10 - unos medios de movimiento (18, 20, 22, 24, 26) que están adaptados para mover el cabezal (28) de mecanizado encima de la mesa (16) para pieza de trabajo, comprendiendo dicho cabezal (28) de mecanizado un mandril (30), y
- un dispositivo sensor y de posicionamiento (14) adaptado para unirse a dicho mandril (30), comprendiendo dicho dispositivo sensor y de posicionamiento (14):
- 15 - un elemento de fijación (38) con por lo menos tres elementos sensores (40A, 40B, 40C) operativamente conectados a una unidad de control programable de la máquina-herramienta (12);
- 20 - dicho dispositivo sensor y de posicionamiento (14) está configurado para usarse con una herramienta de mecanizado (34) montada en el mandril (30), inicialmente y durante la realización de una operación de mecanizado por la herramienta de mecanizado (34),

caracterizada por que

- 25 - dicha unidad de control programable está configurada para comparar continuamente la superficie detectada por el dispositivo sensor y de posicionamiento (14) con una superficie de mecanizado teórica.

2. Máquina según la reivindicación 1, caracterizada por que el elemento de fijación (38) del dispositivo sensor y de posicionamiento (14) es una brida de soporte adaptada para fijarse en una superficie frontal (36) de una nariz (32) del mandril (30) al mismo tiempo que la herramienta de mecanizado (34).

3. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que dichos por lo menos tres elementos sensores (40A, 40B, 40C) del dispositivo sensor y de posicionamiento (14) son palpadores a modo de agujas, cada uno conectado a un transductor adaptado para detectar una posición de un extremo de cada palpador de aguja.

4. Máquina según la reivindicación 3, caracterizada por que los elementos sensores (40A, 40B, 40C) del dispositivo sensor y de posicionamiento (14) están dispuestos equidistantes uno de otro a lo largo de una circunferencia de la brida de soporte (38) y están inclinados con respecto a una dirección axial de la brida de soporte (38) y convergen entre sí.

5. Máquina según la reivindicación 4, caracterizada por que los tres palpadores (40A, 40B, 40C) del dispositivo sensor y de posicionamiento (14) están inclinados en un ángulo de entre 20° y 10°.

6. Máquina según la reivindicación 1, caracterizada por que el dispositivo sensor y de posicionamiento (14) está fijado mediante unos tornillos (44) a la superficie frontal (36) de la nariz (32) de mandril.

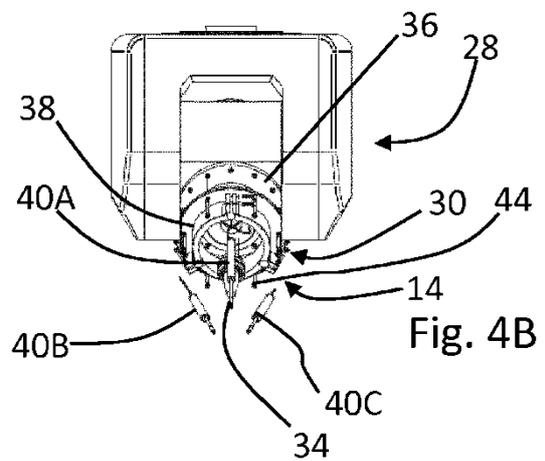
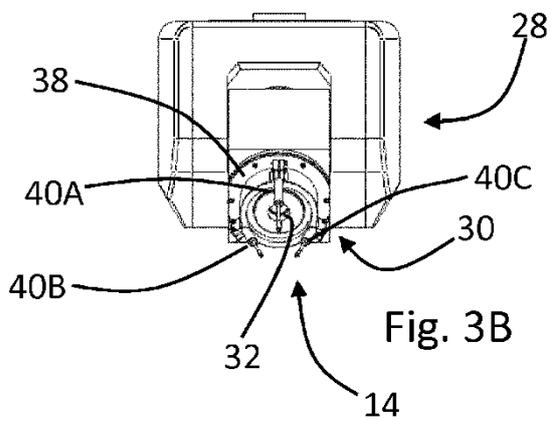
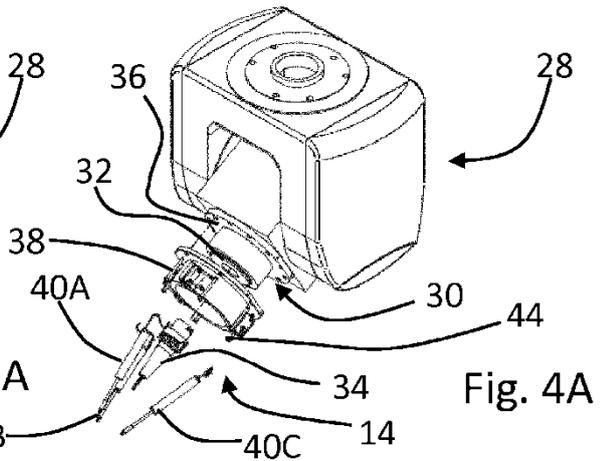
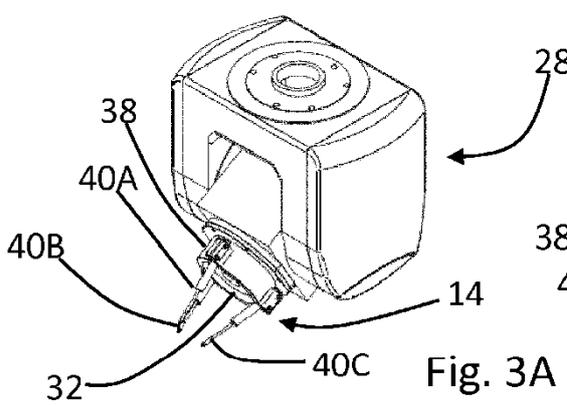
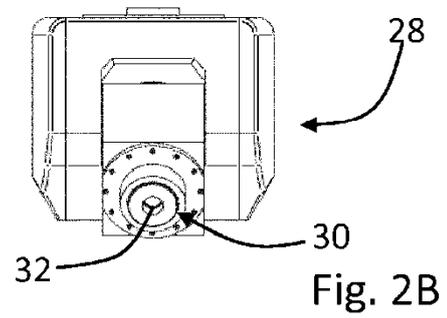
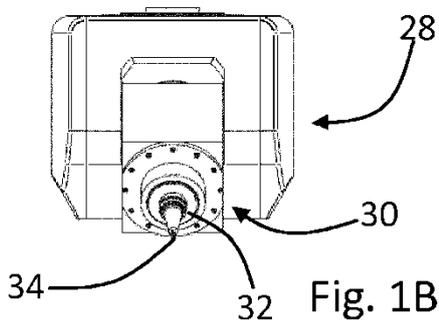
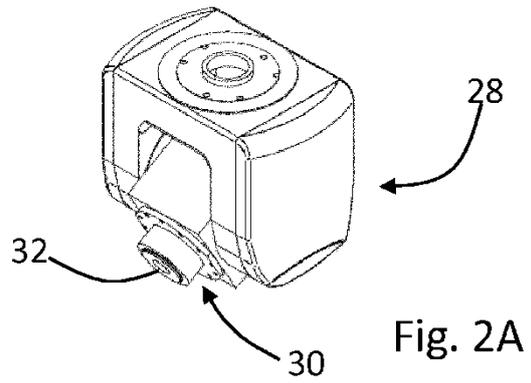
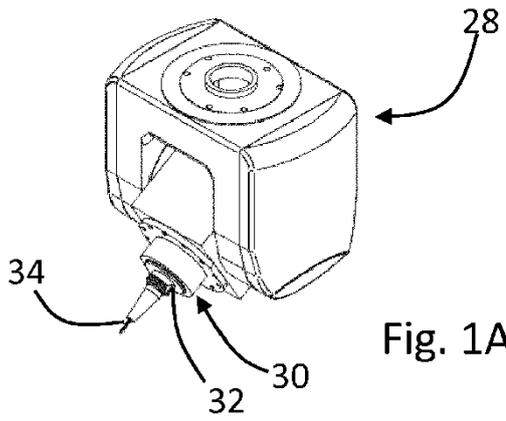
7. Máquina según la reivindicación 1, caracterizada por que el dispositivo sensor y de posicionamiento (14) está adaptado para unirse a un extremo del mandril (30) mediante unos medios de sujeción automáticos (50).

8. Máquina según la reivindicación 7, caracterizada por que el elemento de fijación (38) del dispositivo sensor y de posicionamiento (14) está provisto de unos imanes y tiene un vástago cilíndrico que se inserta en una cavidad cilíndrica formada en una parte inferior del mandril (30); y el dispositivo sensor y de posicionamiento (14) está provisto de por lo menos un pasador de centrado (52), mientras que la parte inferior del mandril (30) presenta por lo menos una cavidad (54) receptora.

9. Máquina según la reivindicación 1, caracterizada por que comprende unos medios (56) para proporcionar una conexión eléctrica móvil entre el dispositivo sensor y de posicionamiento (14) y el mandril (30), adaptada para conectar los por lo menos tres elementos sensores (40A, 40B, 40C).

10. Máquina según la reivindicación 7, caracterizada por que las caras del elemento de fijación (38) del dispositivo sensor y de posicionamiento (14) y el mandril (30) que están unidos entre sí pueden estar provistos cada uno de ellos de unos dientes Hirth (58, 60) para centrar el dispositivo sensor y de posicionamiento (14) y el mandril (30) uno con relación a otro, los cuales están dispuestos circunferencialmente y equidistantes uno de otro con respecto a un eje del mandril (30).

11. Máquina según la reivindicación 10, caracterizada por que el dispositivo sensor y de posicionamiento (14) comprende un dispositivo de unión del tipo ZPS.
- 5 12. Máquina según la reivindicación 1, caracterizada por que dichos medios de movimiento comprenden dos estructuras de apoyo laterales (18, 20) enfrentadas entre sí y con, dispuesta entre ellas, una viga (22) adaptada para deslizarse encima de las estructuras de apoyo laterales (18, 20), estando dicha viga (22) provista de un carro (24) que se desliza a lo largo de la viga (22), estando un manguito (26) tubular posicionado en el carro (24) y estando el cabezal (28) de mecanizado montado en su extremo inferior.
- 10 13. Máquina según la reivindicación 1, caracterizada por que los medios de movimiento comprenden un brazo antropomórfico o robótico.
14. Máquina según la reivindicación 1, caracterizada por que los medios de movimiento comprenden una estructura de pórtico móvil.
- 15 15. Procedimiento de mecanizado que usa una máquina según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende las etapas de:
- 20 a) montar una herramienta de mecanizado (34) y un dispositivo sensor y de posicionamiento (14) en un mandril (30) de una máquina-herramienta (12);
- b) mover el dispositivo sensor y de posicionamiento (14) hasta que entre en contacto con una superficie de una pieza de trabajo;
- 25 c) detectar y medir un punto de contacto mediante el dispositivo sensor y de posicionamiento (14);
- d) si el punto detectado corresponde a un punto teórico, mover una herramienta de mecanizado (34) en una dirección axial para realizar el mecanizado y, si es necesario, el movimiento subsiguiente de la herramienta de mecanizado (34) en una dirección perpendicular a la dirección axial; y
- 30 e) si el punto de contacto no corresponde al punto teórico, reposicionar el cabezal (28) de mecanizado en función del nuevo punto detectado.
- 35 16. Procedimiento según la reivindicación 15, caracterizado por que, durante el mecanizado, la superficie detectada por el dispositivo sensor y de posicionamiento (14) se compara continuamente con una superficie de mecanizado teórica.
- 40 17. Procedimiento según la reivindicación 16, caracterizado por que, si la divergencia entre la superficie detectada y la superficie teórica es superior a un valor umbral, se interrumpe el mecanizado.



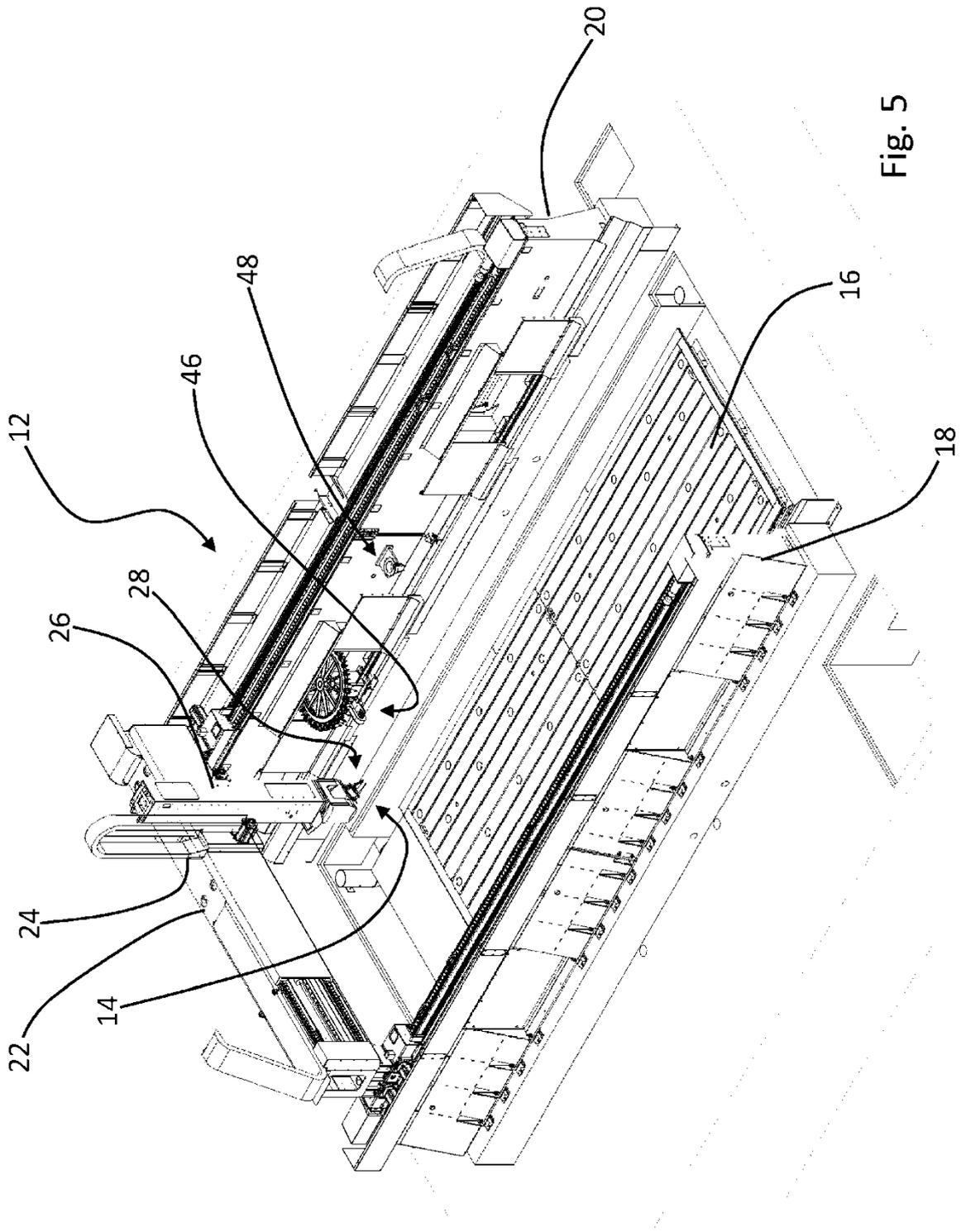


Fig. 5

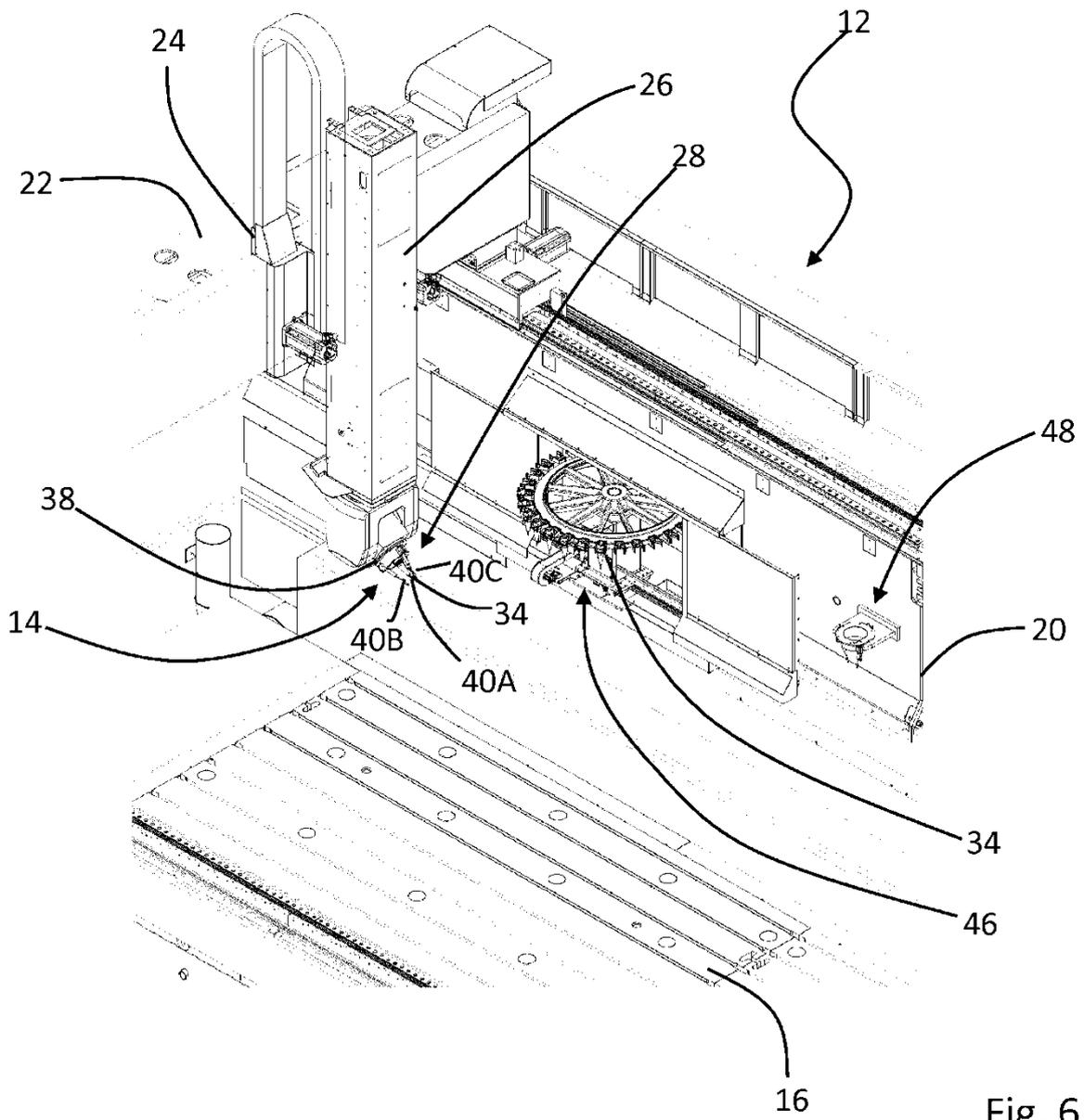


Fig. 6

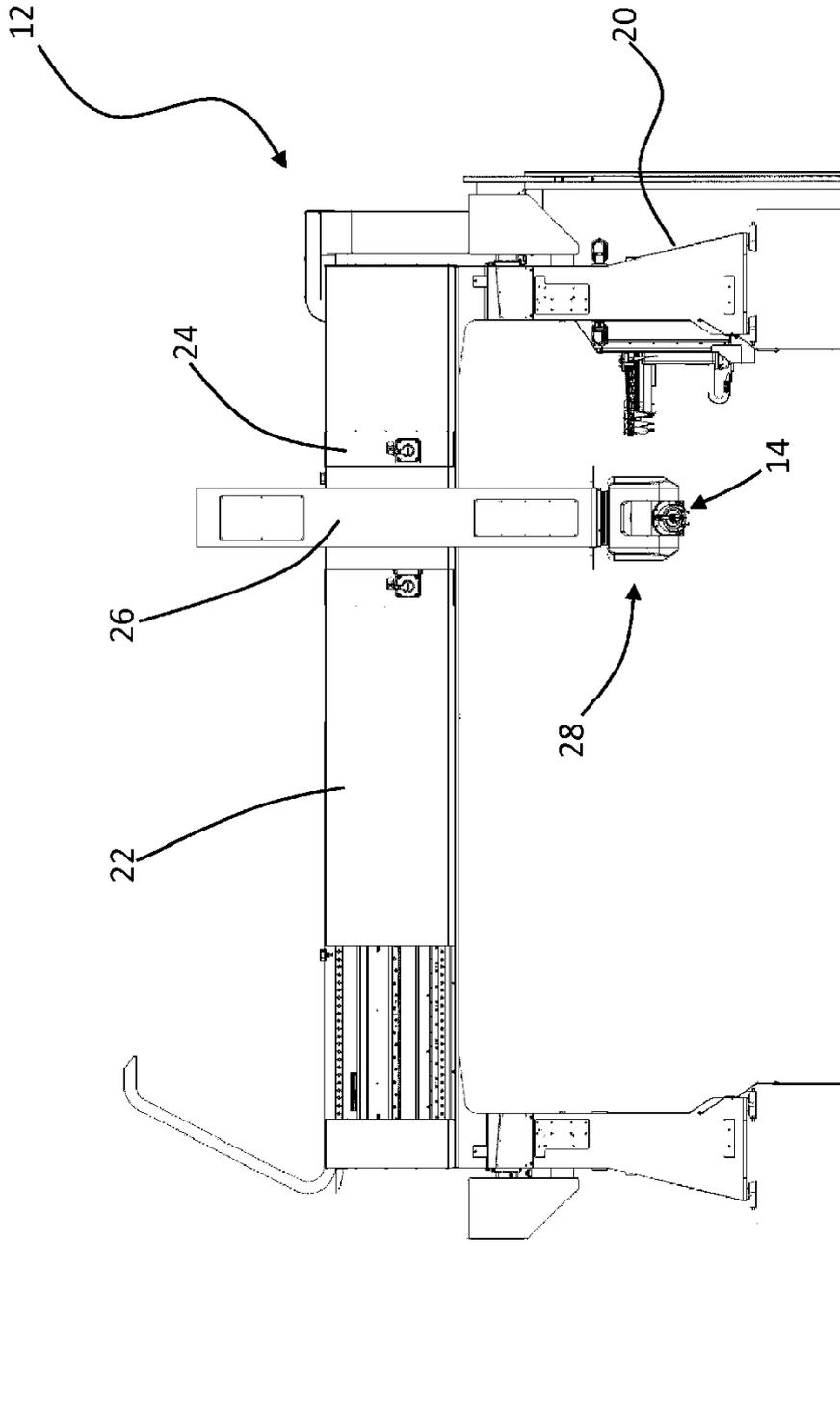


Fig. 7

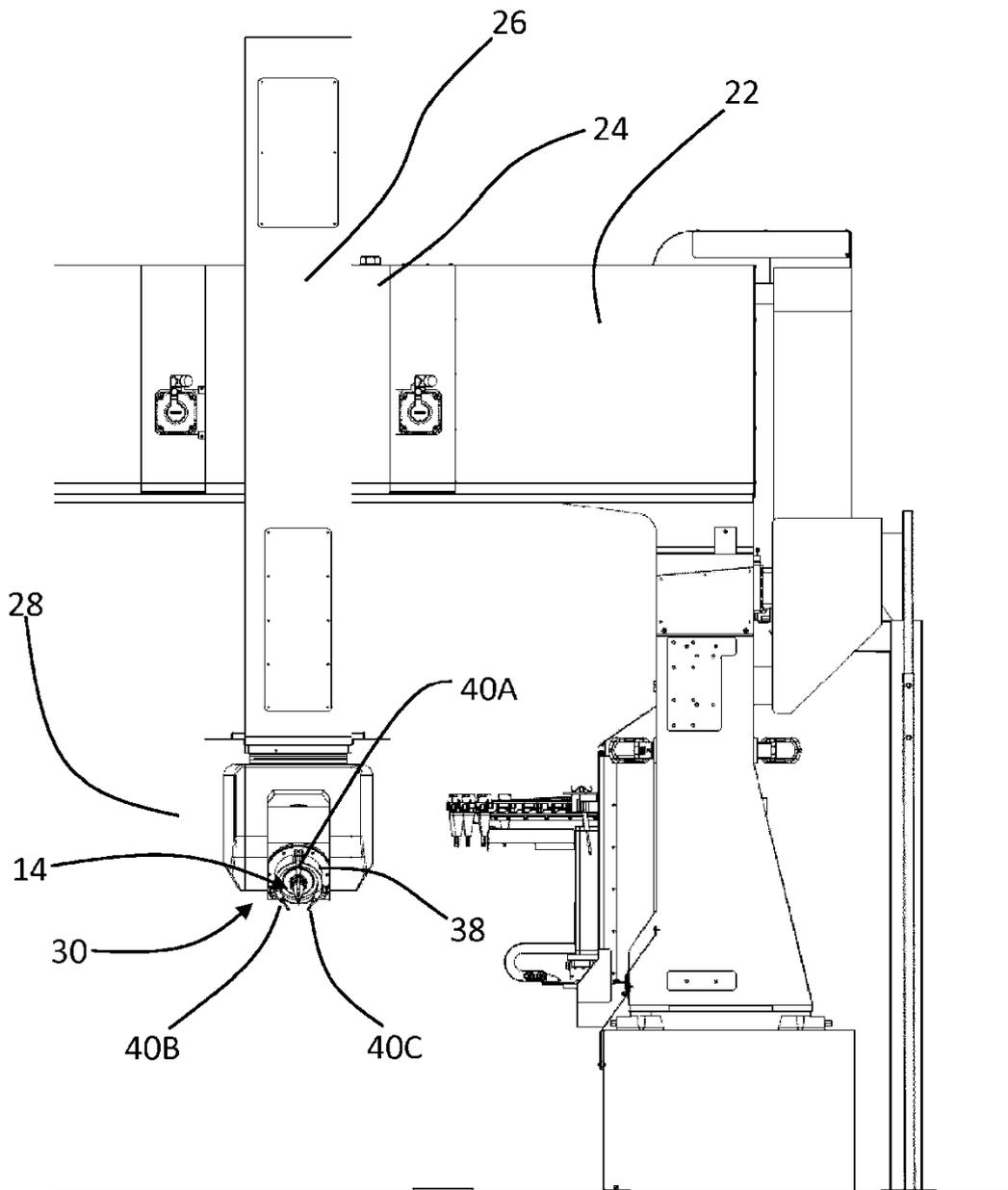


Fig. 8

