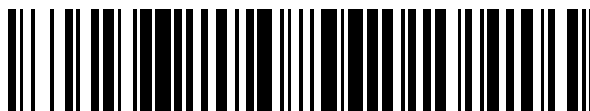


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 687 829**

51 Int. Cl.:

**G01D 5/347** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.12.2011 PCT/IB2011/055894**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.08.2012 WO12114168**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2011 E 11815721 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.06.2018 EP 2678134**

54 Título: **Máquina herramienta con compensación de deformación térmica de medios de medición**

30 Prioridad:

**25.02.2011 IT BS20110020**

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

**29.10.2018**

73 Titular/es:

**INNSE-BERARDI S.P.A. (100.0%)  
Via Attilio Franchi 20  
25127 Brescia, IT**

72 Inventor/es:

**VALSECCHI, NATALE;  
ZUCCHINI, STEFANO y  
GOFFRINI, ROBERTO**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

**ES 2 687 829 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**

Máquina herramienta con compensación de deformación térmica de medios de medición

5 El objeto de la presente invención es una máquina herramienta, en particular, una máquina herramienta de grandes dimensiones, que tiene un dispositivo para detectar y compensar las deformaciones térmicas de los medios de medición de la máquina.

10 Se siente mucho la necesidad de realizar operaciones de mecanizado mecánico de alta precisión en piezas mecánicas de tamaño mediano y grande, en entornos de trabajo no controlados en términos de temperatura y humedad, tal como, por ejemplo, plantas grandes ubicadas en regiones frías o húmedas, generalmente donde las temperaturas caen muy por debajo de 15 °C y con grandes fluctuaciones de calor entre el día y la noche.

15 En tales entornos de trabajo, a menudo ocurre que, incluso durante las operaciones de mecanizado, la pieza que se va a trabajar y el soporte sobre el que se monta, separada de la máquina herramienta, están fríos, al igual que el entorno, mientras que las partes de la máquina tienden a calentarse.

20 Como es bien sabido, esto no solo determina una deformación del mandril o la barra de mandrinado de la máquina herramienta, tal como para hacer necesario el uso de sistemas de compensación, sino también una deformación de los medios de medición de la máquina, por ejemplo, líneas ópticas o codificadores lineales, que introducen una causa adicional de imprecisión de las operaciones de mecanizado. Un ejemplo de un dispositivo de medición de posición que incluye una unidad de medición de temperatura, aplicada a una máquina, se divulga en el documento DE 10225243 A1.

25 El objeto de la presente invención es hacer que una máquina herramienta, en particular una máquina herramienta de grandes dimensiones, pueda resolver el problema antes mencionado.

Este objetivo se logra mediante una máquina herramienta fabricada de acuerdo con la reivindicación 1.

30 Las características y las ventajas de la máquina herramienta de acuerdo con la presente invención serán evidentes a partir de la descripción proporcionada a continuación, a modo de ejemplo no limitativo, de conformidad con las ilustraciones adjuntas, en las que:

- 35 - La figura 1 muestra un diagrama en planta de una máquina herramienta de acuerdo con la presente invención, de acuerdo con una realización;
- Las figuras 2 y 3 muestran vistas ampliadas de las cajas II y III en la figura 1;
- La figura 4 representa una vista frontal de la máquina herramienta en la figura 1;
- 40 - La figura 5 muestra una vista ampliada de la caja V en la figura 4;
- La figura 6 representa una vista en planta de una máquina herramienta de acuerdo con la presente invención, de acuerdo con otra realización;
- 45 - Las figuras 7, 8 y 9 muestran vistas ampliadas de las cajas VII, VIII y IX, respectivamente, en la figura 6; y
- La figura 10 muestra un diagrama esquemático de un sistema de acuerdo con la presente invención.

50 Con referencia a las ilustraciones adjuntas, el número de referencia 1 indica globalmente una máquina herramienta, por ejemplo, una máquina de fresado y taladrado de grandes dimensiones, que comprende un banco 2 que tiene una extensión principal a lo largo de un eje principal X.

55 El banco 2 está fijo y descansa sobre cimientos F y la superficie de soporte determina un plano de suelo horizontal T.

La máquina 1 también comprende una base vertical 4, que supera el banco 2 y está soportada por este, que se puede trasladar de una manera controlable a lo largo del eje principal X. Por ejemplo, la máquina 1 comprende medios de control de la traslación de la base vertical, operativamente conectado con una motorización relativa, para controlar la traslación controlada de la base vertical 4.

60 La máquina 1 también comprende un montante 6, fijado a la base vertical 4 y soportado por este, que tiene una extensión principal a lo largo de un eje vertical Y, en ángulo recto con respecto al plano del suelo T. El montante vertical 6 tiene preferiblemente una estructura en caja y está delimitado por una pared lateral anular que se extiende a lo largo de dicho eje vertical Y.

65

5 La máquina 1 también comprende un carro 8, soportado por el montante 6, acoplado con la pared lateral de este, que se puede trasladar de una manera controlable a lo largo del eje vertical Y. Por ejemplo, la máquina 1 comprende medios de control de la traslación del carro, operativamente conectado con una motorización relativa, para controlar la traslación controlada del carro 8.

10 La máquina 1 también comprende un soporte de mandril 10, soportado por el carro 8, y un mandril 12 soportado por el soporte de mandril 10, que gira alrededor de un eje de trabajo W, en ángulo recto con el eje vertical Y y con el eje principal X, para llevar a cabo las operaciones de mecanizado; preferiblemente, el soporte de mandril 10 se puede trasladar en la dirección de dicho eje de trabajo W, de una manera controlable. Por ejemplo, la máquina 1 comprende medios de control de la traslación del soporte de mandril, conectados operativamente con una motorización relativa, para controlar la traslación controlada del soporte de mandril 10.

15 La máquina 1 tiene al menos un sensor de posición adecuado para detectar la posición, con respecto a un sistema de referencia principal, de un componente que se puede trasladar de la máquina herramienta 1.

20 Por ejemplo, la máquina 1 comprende un sensor de posición de la base vertical 4, adecuado para detectar la posición de la base vertical 4 a lo largo del eje principal X. Dicho sensor de posición, por ejemplo, un codificador lineal, comprende una línea óptica 20, fijada al banco 2, por ejemplo, en la superficie superior de este, colocado a lo largo del eje de extensión principal X de dicho banco.

25 La línea óptica 20 está fijada al banco 2 en un punto de referencia R; el punto de referencia R realiza el origen del sistema de referencia principal.

Por ejemplo, el punto de referencia R está cerca del extremo del banco 2.

30 De acuerdo con una variante de realización, la línea óptica comprende una cinta métrica y una carcasa; la carcasa está fija al banco. A lo largo de la línea, la carcasa se divide en secciones, separadas por elementos elásticos, para acomodar las expansiones. Preferiblemente, cada sección está fijada al banco.

La máquina 1 también comprende medios para detectar la temperatura de la línea óptica 20 adecuados para detectar la temperatura de la línea óptica en al menos una posición a lo largo del eje principal X y generar señales de temperatura respectivas.

35 Por ejemplo, los medios para detectar la temperatura de la línea óptica comprenden un primer sensor de temperatura T1, adecuado para detectar la temperatura de la línea óptica en una posición cercana al punto de referencia R de la línea óptica 20, un segundo sensor de temperatura T2, adecuado para detectar la temperatura de la línea óptica en una posición distante del punto de referencia R a lo largo del eje principal X, y al menos otro sensor de temperatura Tn, adecuado para detectar la temperatura de la línea óptica en una posición más distante del punto de referencia R a lo largo del eje principal X.

40 Preferiblemente, dichos sensores de temperatura están en contacto con la línea óptica.

45 La máquina herramienta 1 también comprende medios de gestión 30 conectados operativamente a los medios para detectar la temperatura de la línea óptica y a los medios de control de traslación de la base vertical, adecuados para procesar las señales de temperatura procedentes de dichos medios para detectar la temperatura de la línea óptica y las señales de dichos medios de control de traslación de la base vertical para determinar una señal de corrección para los medios de control de traslación de la base vertical según al menos una temperatura de la línea óptica y teniendo en cuenta el coeficiente de expansión térmica lineal de la línea óptica.

50 Por ejemplo, los medios de gestión son dispositivos de control electrónico, por ejemplo, que comprenden un PLC, una placa de potencia o un microprocesador.

55 De acuerdo con una realización preferida, además, la máquina 1 comprende medios para detectar el movimiento del punto de referencia R de la línea óptica, adecuados para generar una señal de movimiento de referencia.

60 Por ejemplo, dichos medios de detección de movimiento del punto de referencia comprenden un palpador 40 en contacto con el punto de referencia R de la línea óptica y soportado por un localizador fijo separado térmicamente del banco, por ejemplo, integral con los cimientos F sobre los que la máquina herramienta descansa.

65 Por ejemplo, de acuerdo con una realización, el palpador 40 está posicionado en el extremo del banco 2 correspondiente al punto de referencia R de la línea óptica.

## ES 2 687 829 T3

Preferiblemente, dichos medios de detección de movimiento del punto de referencia comprenden una columna 42, fijada a los cimientos F.

5 Los medios de detección de movimiento del punto de referencia comprenden una barra 44 hecha de material sustancialmente indeformable, por ejemplo, INVAR (con un coeficiente de expansión de calor lineal de  $1 \cdot 10^{-6} 1/^{\circ}\text{C}$ ), fijado en un lado de la línea óptica en correspondencia con el punto de referencia y acoplada con el palpador 40 en el otro lado.

10 Los medios de detección de movimiento del punto de referencia están conectados operativamente a los medios de gestión 30 para determinar una señal de corrección para los medios de control de la traslación de la base vertical según al menos una temperatura leída a lo largo de la línea óptica y según la señal de movimiento del punto de referencia R.

15 De acuerdo con una realización adicional (figura 6), el punto de referencia R que realiza el origen del sistema de referencia principal, en el que la línea óptica está fijada al banco, está en una posición intermedia a lo largo del eje principal X.

20 Un sistema de mecanizado 100 comprende la máquina herramienta 1 descrita anteriormente, una mesa portapieza 102, colocada frente a la máquina, y una pieza P a mecanizar, soportada por la mesa portapiezas (figura 10).

Para que se mecanice la pieza P o para la mesa 102, generalmente se puede identificar un eje V de la pieza/mesa, incidente con el eje principal X del banco 2, por ejemplo, en ángulo recto con respecto a este.

25 En una realización preferida, el punto de referencia R que realiza el origen del sistema de referencia principal, en el que la línea óptica está preferiblemente fijada al banco, está en la intersección entre el eje principal X del banco 2 y el eje V de la pieza/mesa.

30 De acuerdo con una realización adicional (por conveniencia siempre mostrada en la figura 6), la línea óptica 20 se fija en una cara frontal del banco 2 y la posición de la base vertical 4 se detecta mediante el apéndice 50 integral con la base vertical y detectable por la línea óptica.

35 Para mayor claridad, la descripción se ha realizado anteriormente con referencia a la traslación de la base vertical con respecto al banco, a lo largo del eje principal X.

De acuerdo con otras variaciones de la realización, la idea de la invención puede generalizarse mediante la traslación del carro con respecto al montante, a lo largo del eje vertical Y, o mediante la traslación del soporte del mandril con respecto al carro, a lo largo del eje de trabajo W.

40 Según variaciones de la realización, la idea inventiva arriba expresada puede aplicarse a fresadoras horizontales, fresadoras de pórtico móviles verticales, fresadoras verticales con mesas móviles, centros de torneado y fresado, fresadoras de ranura rotativas, mesas de roto-traslación, centros de mecanizado horizontales, centros de mecanizado vertical, mandrinadoras verticales, mandrinadoras para orificios profundos y máquinas de transferencia. En particular, es particularmente aplicable a máquinas herramientas de grandes dimensiones, es decir, máquinas herramientas para eliminar virutas, en las que las dimensiones horizontales son mucho mayores que las de la estación de trabajo individual; por ejemplo, para máquinas fresadoras horizontales de gran dimensión, la longitud mínima del banco es, por ejemplo, de 4000 mm.

50 De manera innovadora, la máquina herramienta de acuerdo con la presente invención permite un aumento en la precisión de las operaciones de mecanizado, que incluye un entorno de trabajo que no está controlado en términos de temperatura o humedad.

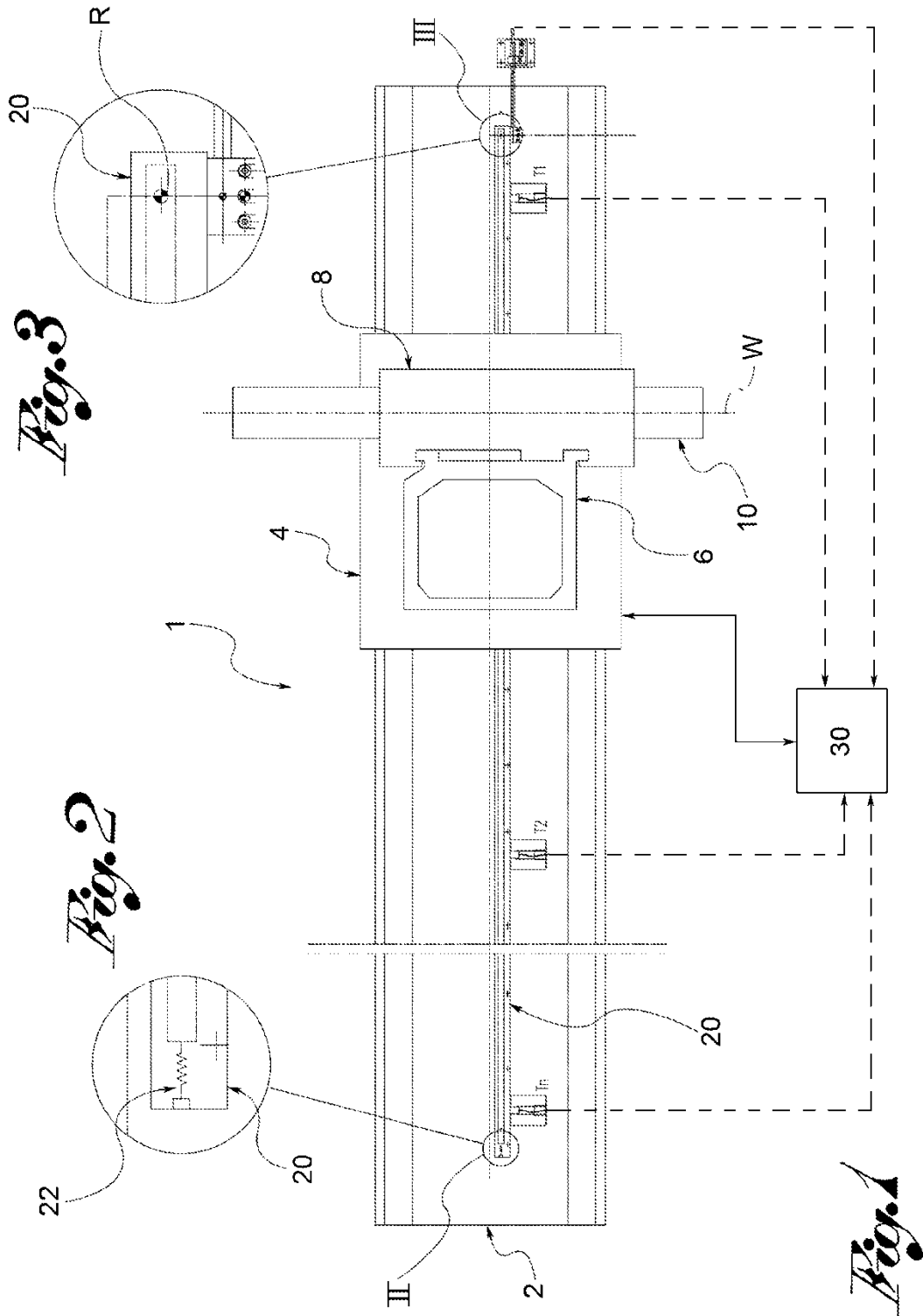
55 En particular, ventajosamente, la máquina herramienta permite compensar la elongación de las partes de medición de la propia máquina, cancelando en gran medida el efecto perjudicial de las deformaciones por calor.

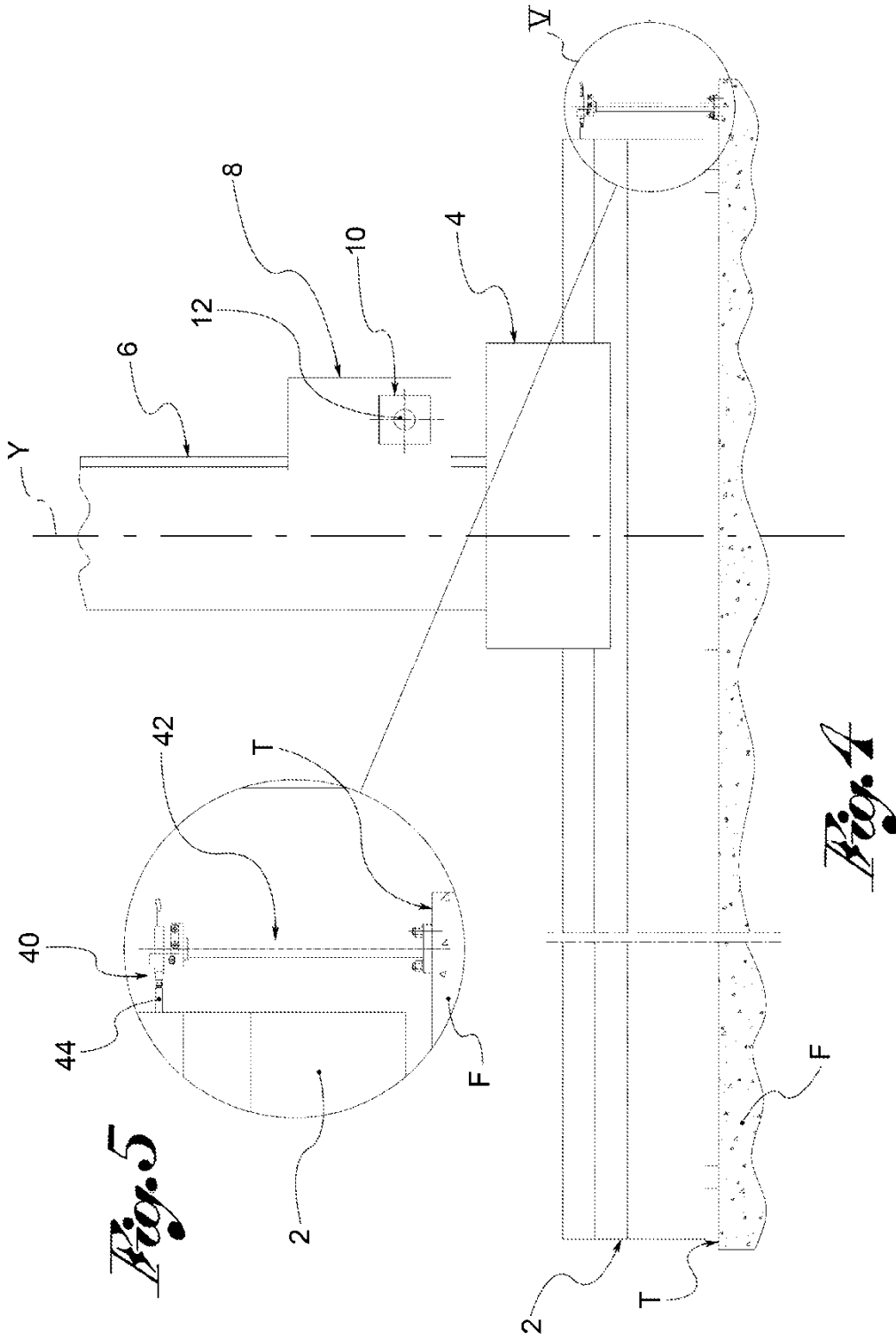
Para satisfacer los requisitos contingentes, un técnico en el sector podría, por supuesto, realizar cambios en la máquina herramienta descrita anteriormente, tal como se define en las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Máquina herramienta, por ejemplo de gran tamaño, que comprende:
- 5 - un banco (2) que tiene una extensión principal a lo largo de un eje principal (X);
  - una base vertical (4), que corona el banco (2) y está soportada por el mismo, trasladable de forma controlable a lo largo del eje principal (X);
  - 10 - medios de control de la traslación de la base vertical adecuados para controlar la traslación comandada de la base vertical (4);
  - un sensor de posición de la base vertical, adecuado para medir la posición de la base vertical (4) a lo largo del eje principal (X), que comprende una línea óptica o codificador lineal (20), fijado al banco (2), en el que un punto de referencia (R) en la línea óptica realiza el origen de un sistema de referencia principal;
  - 15 - medios de detección de temperatura (T1, .... Tn) de la línea óptica adecuados para detectar la temperatura de la línea óptica en al menos una posición a lo largo del eje principal (X) y para generar señales de temperatura respectivas;
  - 20 - medios para detectar el movimiento del punto de referencia (R) de la línea óptica (20), adecuados para generar una señal de movimiento del punto de referencia;
  - 25 - medios de gestión (30) conectados operativamente a los medios de detección de temperatura de la línea óptica, a los medios de control de traslación de la base vertical y a los medios de detección de movimiento del punto de referencia, adecuados para procesar las señales de temperatura, la señal de movimiento del punto de referencia y las señales de dichos medios de control de la traslación de la base vertical para determinar una señal de corrección para los medios de control de traslación de la base vertical;
  - 30 en la que los medios de detección de movimiento del punto de referencia (R) comprenden una barra (44) hecha de un material sustancialmente indeformable térmicamente, fijado en un lado a la línea óptica en correspondencia con el punto de referencia (R).
  - 35 2. Máquina según la reivindicación 1, en la que el punto de referencia (R) es el punto de fijación de la línea óptica al banco (2).
  - 40 3. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el material sustancialmente indeformable térmicamente es INVAR.
  - 45 4. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los medios de detección de movimiento del punto de referencia (R) comprenden un palpador (40), soportado por un localizador fijo separado térmicamente del banco, por ejemplo, integral con cimientos (F) en los que descansa la máquina herramienta.
  - 50 5. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los medios para detectar la temperatura de la línea óptica comprenden una pluralidad de sensores (T1, ... Tn) distribuidos separados a lo largo del eje principal (X), en contacto con la óptica línea.
  - 55 6. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los medios de gestión son medios de gestión electrónicos, por ejemplo, que comprenden un PLC y una placa de potencia o un microprocesador.
  - 60 7. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la línea óptica (20) está unida al banco (2) en un extremo del banco a lo largo del eje principal (X).
  - 8. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que la línea óptica (20) está unida al banco (2) en una posición intermedia a lo largo del eje principal (X).
  - 65 9. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la línea óptica está soportada por el lado superior del banco.
  - 10. Máquina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en la que la línea óptica está soportada en un lado frontal del banco.

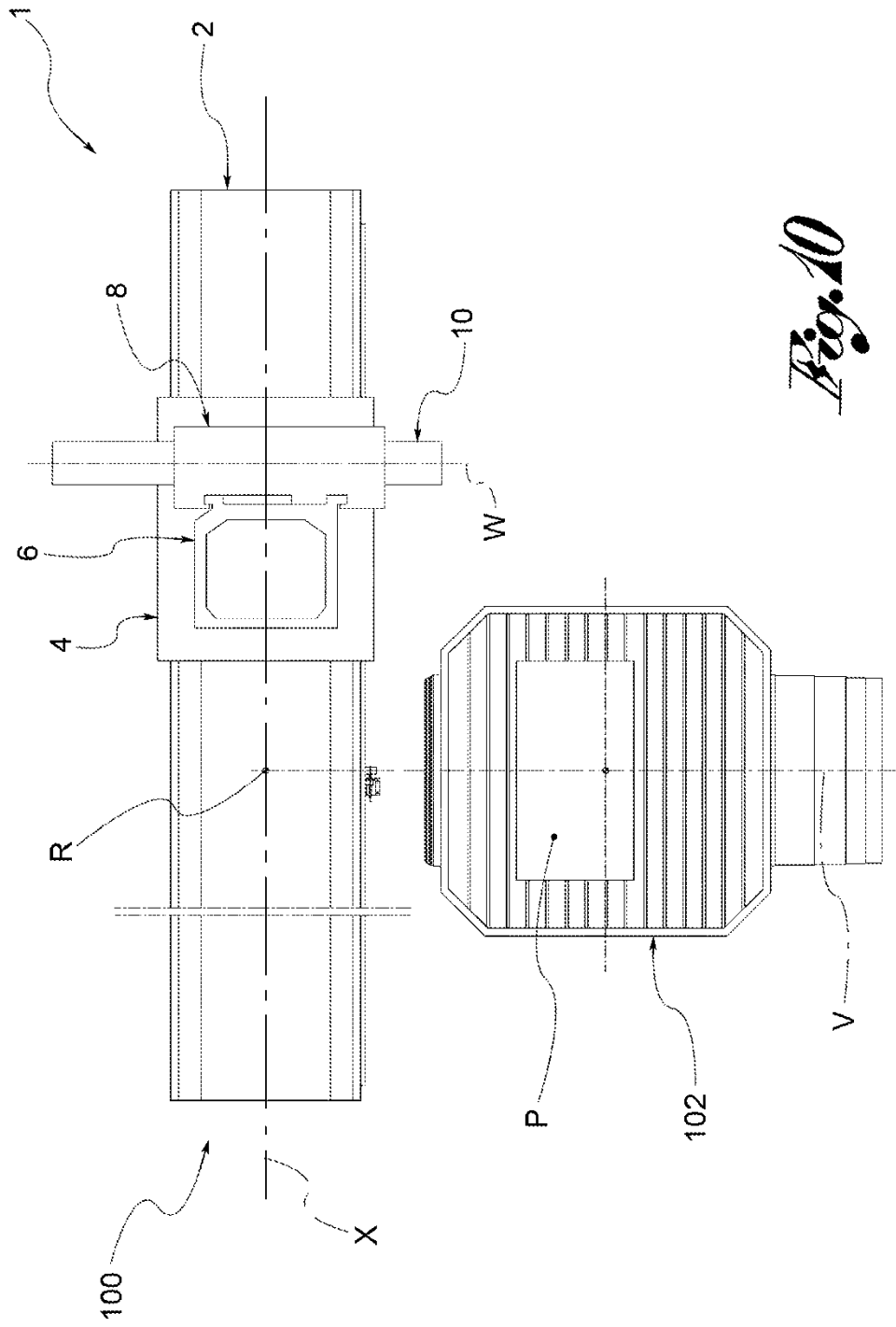
- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 11.** Máquina según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende:
- un montante (6), fijado a la base vertical (4) y soportado por este, que se extiende principalmente a lo largo de un eje vertical (Y);
  - un carro (8), soportado por el montante (6), trasladable de una manera controlable a lo largo del eje vertical (Y);
  - un soporte de mandril (10), soportado por el carro (8), y un mandril (12) soportado por el soporte de mandril (10), que gira alrededor de un eje de trabajo (W), en ángulo recto con el eje vertical (Y) y el eje principal X, para llevar a cabo el procesamiento, en el que el soporte del mandril (10) es trasladable en la dirección de dicho eje de trabajo (W), de una manera controlable.
- 12.** Sistema para una máquina herramienta, que comprende:
- cimientos (F) hechos en el suelo que definen un plano horizontal (T);
  - una máquina herramienta (1) fabricada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, soportada por los cimientos (F).
- 13.** Sistema según la reivindicación 12, que comprende:
- una mesa portapiezas (102) colocada frente a la máquina herramienta;
  - una pieza a procesar (P) soportada por la mesa portapiezas (102), en el que para la pieza (P) o la mesa (102) se puede definir un eje de pieza/mesa (V) incidente con el eje principal (X) de la máquina herramienta;
- en el que la línea óptica (20) está unida al banco (2) en una posición intermedia a lo largo del eje principal (X) y se puede definir un punto de referencia (R) como el origen del sistema de referencia, dicho punto de referencia correspondiente a la intersección entre el eje principal (X) y el eje de pieza/mesa (V).
- 14.** Método para una máquina herramienta para el posicionamiento de una base vertical (4) a lo largo de un banco (2) que se extiende a lo largo de un eje principal (X), que comprende las etapas de:
- adquirir al menos un valor de temperatura de una línea óptica o codificador lineal dispuesto a lo largo del banco (2), en el que para la línea óptica se puede identificar un punto de referencia (R) como el origen del sistema de referencia;
  - detectar el movimiento del punto de referencia (R) de la línea óptica por medio de una barra (44) hecha de un material sustancialmente indeformable térmicamente, fijado en un lado a la línea óptica en correspondencia con el punto de referencia (R);
  - procesar el valor de temperatura para determinar el valor de desplazamiento debido al menos a la temperatura incurrida por una posición ideal de la línea óptica y determinar una posición correcta a lo largo de la línea óptica en función de la posición ideal y del valor de desplazamiento, sobre la base del coeficiente de expansión térmica de la línea óptica y de acuerdo con el desplazamiento del punto de referencia;
  - trasladar la base vertical a lo largo del banco a la posición correcta.
- 15.** Máquina herramienta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, elegida del grupo que comprende máquinas fresadoras horizontales, una máquina fresadora de pórtico móvil vertical, una máquina fresadora vertical con mesa móvil, un centro de torneado y fresado, una fresadora de ranura rotativa, una mesa de roto-traslación, un centro de mecanizado horizontal, un centro de mecanizado vertical, una máquina de perforación vertical, una máquina de perforación para orificios profundos, una máquina de transferencia, por ejemplo, de una gran dimensión.











*Fig. 10*