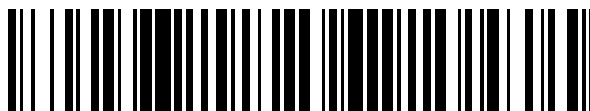


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 444 568**

51 Int. Cl.:

B23Q 1/38 (2006.01)

B23Q 11/00 (2006.01)

F16F 15/32 (2006.01)

G01M 1/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2010 E 10763182 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2013 EP 2485866**

54 Título: **Sujeta-piezas particularmente para partes que tienen una gran masa a ser mecanizada en máquinas-herramienta tales como tornos verticales y similares**

30 Prioridad:

05.10.2009 IT PD20090290

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

25.02.2014

73 Titular/es:

**HPT SINERGY S.R.L. (100.0%)
Piazza Salvemini 7
35131 Padova, IT**

72 Inventor/es:

GUELI, FRANCESCO

74 Agente/Representante:

BELTRÁN GAMIR, Pedro

ES 2 444 568 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

Sujeta-piezas particularmente para partes que tienen una gran masa a ser mecanizada en máquinas-herramienta tales como tornos verticales y similares.

Campo técnico

5 La presente invención hace referencia a un sujeta-piezas, particularmente para partes que tienen una gran masa a ser mecanizada en máquinas-herramienta tales como tornos verticales y similares.

Estado de la técnica

10 Actualmente, en el campo de las máquinas-herramienta para mecanizar partes que tienen una gran masa, por ejemplo incluso más de 100 toneladas, tornos verticales provistos de un sujeta-piezas son conocidos que comprenden mesas rotatorias provistas de quintas ruedas de soporte con cojinetes de bolas, es decir, cojinetes de rodillos o cojinetes de pista de rodamiento o cojinetes hidrostáticos.

15 Con el fin de poder realizar con eficacia operaciones de mecanizado con tales máquinas es necesario que la parte esté equilibrada sobre la mesa de trabajo, es decir, es necesario que el eje del centro de gravedad de las cargas soportadas por la mesa de trabajo coincida con el eje de rotación de la mesa de trabajo.

20 De hecho, una excentricidad en el centro de gravedad de las cargas dispuestas sobre la mesa de trabajo, respecto del eje de rotación de la mesa de trabajo, produce tensiones centrífugas de intensidad que es proporcional a la masa de tales cargas y a la velocidad de rotación de la mesa de trabajo.

25 Si hay una excentricidad de la carga sobre la mesa de trabajo, por lo tanto, la elevada masa de las partes soportadas en rotación por la mesa de trabajo induce tensiones sobre los cojinetes de guía radial de la mesa de trabajo que son tales como para dañarlos gravemente dentro de un corto periodo de operación de la máquina.

 Por lo tanto, en el sector en el que tales máquinas-herramienta son utilizadas, hay una necesidad urgente para equilibrar la parte sobre la mesa de trabajo antes de arrancar la máquina-herramienta para mecanizar la parte.

30 Sin embargo, actualmente, máquinas equilibradoras no son conocidas que hagan posible equilibrar partes que tengan una masa de unas pocas docenas de toneladas, así como de más de cien toneladas.

Por lo tanto, en la actualidad los técnicos cuyo trabajo es preparar la máquina para el mecanizado realizan un equilibrado de la parte, basando sus conclusiones en la intuición y la experiencia.

En la práctica, los técnicos disponen contrapesos en la mesa de trabajo, o
5 asociados con la pieza que está soportando, como una función del comportamiento dinámico del sujeta-piezas, que es detectable cuando la mesa de trabajo es hecha rotar.

Sin embargo, este método es muy empírico en su naturaleza, y el equilibrado que se obtiene con él es susceptible de errores de estimación que dependen de la experiencia y la intuición del técnico que realiza la operación de equilibrado.

10 EP 2 607 569 A1 muestra una mesa rotatoria hidrostática para una máquina-herramienta que comprende una quinta rueda de soporte inferior fijada provista de una pluralidad de bolsillos hidrostáticos dispuestos de modo circunferencial alimentados con fluido presurizado para soportar de una manera de suspensión fluida, mediante una película de soporte, una quinta rueda superior rotatoria provista de un plano de trabajo
15 sobre el cual posicionar un elemento de carga a ser mecanizado. Un sistema de alimentación de fluido presurizado, que comprende una pluralidad de unidades de alimentación conectadas a los bolsillos hidrostáticos, provee cada bolsillo hidrostático de fluido presurizado a una presión de alimentación respectiva que es ajustable para mantener un grosor sustancialmente constante de película de soporte formada por los
20 bolsillos hidrostáticos dispuestos de forma circunferencial interpuestos entre las quintas ruedas inferiores y superiores para eliminar o reducir significativamente el fenómeno de inclinación de la mesa rotatoria en el caso de cargas descentradas o excéntricas. Los valores de cada presión de alimentación ajustable son modulados según una ley sustancialmente sinusoidal que es una función de la posición angular de una carga descentrada respecto de un eje de referencia de la mesa. La posición angular del elemento
25 descentrado es establecida como una función de una posición de desequilibrio inicial del elemento que está determinada por al menos tres sensores de presión espaciados angularmente conectados a respectivos bolsillos hidrostáticos espaciados angularmente, y de un subsiguiente ángulo de rotación de la mesa respecto al eje de referencia que es
30 medido por otros medios sensores.

GB 2 160 451 A muestra una unidad de mesa rotatoria utilizada en el campo del mecanizado de ultraprecisión de piezas de trabajo tales como componentes micro-

miniaturizados. La unidad de mesa rotatoria comprende un elemento base estacionario, y un elemento de mesa rotatorio con un eje central fijado allí que es montado rotatoriamente sobre el elemento base mediante cojinetes interpuestos entre el cojinete y una perforación cilíndrica del elemento base estacionario. Almohadillas de presión
5 estáticas espaciadas de forma circunferencial de una porción guía periférica del elemento base son alimentadas con fluido presurizado que llena un espacio libre entre la porción guía y una pared inferior de una ranura anular del elemento de mesa rotatorio, funcionando así como una guía de cojinete hidrostático para soportar axialmente el elemento de mesa rotatorio sobre el elemento base. Una guía de cojinete hidrostático
10 similar también está provista en la porción central del elemento de mesa para soportar radialmente el elemento de mesa mediante almohadillas de presión estáticas espaciadas circunferencialmente formadas sobre una guía cilíndrica del elemento base y alimentadas con fluido presurizado que llena un espacio libre anular entre la guía cilíndrica y un hueco vertical del elemento de mesa. Un motor directo principal mueve un borde periférico del
15 elemento de mesa rotatorio y un motor directo auxiliar provee fuerza motriz suplementaria al motor directo principal como una función de una señal de detección de un circuito de detección de corriente que detecta un cambio en la corriente eléctrica del motor directo principal, de este modo detectando un cambio en cualquier carga aplicada al elemento de mesa. El motor directo principal puede ser un motor hidráulico, en cuyo
20 caso el circuito de detección de corriente es reemplazado por un circuito de detección de presión hidráulico.

US 3 776 065 A muestra un aparato equilibrador automático para equilibrar automáticamente un cuerpo rotatorio que está montado sobre una máquina-herramienta (máquina de amolar) cuando el cuerpo rotatorio (muela) es rotado en una condición
25 desequilibrada. Un huso montado sobre una camisa de cojinete está provisto de un detector de vibración para detectar la vibración del huso debido a una condición desequilibrada de la muela, el detector de vibración estando compuesto de bolsillos de cojinetes fluidos circunferenciales dispuestos entre el huso y la camisa y mutuamente conectados a través de pasadizos restringidos circunferenciales de 90°, y válvulas
30 amplificadoras incluyendo válvulas de mariposa y válvulas de carrete en comunicación fluida presurizada con los bolsillos de cojinete fluidos. Un eje operativo primario, movable axialmente recibido en una perforación de huso, está conectado en un extremo a

un dispositivo motriz y en otro extremo a un segundo eje operativo que tiene piezas equilibradoras con forma de disco anulares primeras y segundas conectadas mediante ranuras deslizantes suyas con respectivos rodillos motrices. El dispositivo motriz comprende un cilindro rotatorio y un cilindro alternativo provisto de respectivas cámaras de presión operadas por pistones, en comunicación fluida con las válvulas de carrete de las válvulas amplificadoras a través de válvulas de solenoide, para rotar el eje operativo primario y para mover axialmente el eje operativo primario y el eje secundario conectado allí mediante fluctuación de presión detectada por el detector de vibración, causando el movimiento radial de las piezas equilibradoras y la compensación automática de la condición desequilibrada de la muela o la localización excéntrica del centro de gravedad del huso.

Explicación de la invención

El objetivo de la presente invención es concebir un sujeta-piezas que haga posible equilibrar de modo preciso y efectivo la carga que es soportada por la mesa de trabajo para mecanizar la parte dispuesta sobre ella.

Dentro de este objetivo, un objeto de la invención es proveer un sujeta-piezas que haga posible indicar al operario la posición del eje de centro de gravedad de la carga soportada por la mesa de trabajo respecto del eje de rotación de la mesa de trabajo.

Otro objeto de la invención es diseñar un sujeta-piezas que haga posible identificar e indicar al operario la altura sobre la mesa de trabajo del centro de gravedad de la carga que está siendo soportada por ella.

Otro objeto de la invención es proveer un sujeta-piezas que haga posible identificar e indicar al operario la posición del eje de centro de gravedad y/o de la altura del centro de gravedad de la carga soportada por la mesa de trabajo de una manera fiable y eficiente.

Otro objeto de la invención es diseñar un sujeta-piezas que sea estructuralmente simple y fácil de utilizar.

De acuerdo con la invención, está provisto un sujeta-piezas, particularmente para partes que tienen una gran masa a ser mecanizada con máquinas-herramienta tales como tornos verticales y similares, tal y como se define en las reivindicaciones anexadas.

Breve descripción de los dibujos.

Otras características y ventajas de la invención resultarán aparentes de mejor modo a partir de la siguiente descripción detallada de un ejemplo de realización preferido pero no exclusivo del sujeta-piezas según la invención, ilustrado mediante ejemplo no limitador en los dibujos que acompañan, en los que:

5 La figura 1 muestra un diagrama simplificado de un sujeta-piezas según la invención;

La figura 2 muestra un diagrama simplificado de un sujeta-piezas según la invención sin la mesa de trabajo y visto en una vista de plano desde arriba;

10 Las figuras 3 y 4 muestran los organigramas del funcionamiento de un sujeta-piezas según la invención;

La figura 5 muestra un diagrama simplificado de un sujeta-piezas según la invención en una vista de plano vista desde arriba;

15 La figura 6 muestra una tabla de la tendencia de uno de los parámetros como una función del ángulo de rotación de la mesa de trabajo sobre la base de un sujeta-piezas según la invención en condiciones de carga no equilibradas.

Formas de realizar la invención

Debería señalarse que cualquier cosa que se descubra como ya conocida durante el procedimiento de patentando no se pretende reivindicarla y se pretende eliminarla de las reivindicaciones.

20 Con referencia a las figuras, el número de referencia 10 generalmente designa un sujeta-piezas, particularmente para partes que tienen una gran masa a ser mecanizada en máquinas-herramienta tales como tornos verticales y similares, que comprende

- una mesa de trabajo 11 para soportar la parte 12 a ser mecanizada,
- una base 13 para soportar la mesa de trabajo 11,
- 25 - un cojinete axial 14 que está adaptado para soportar la mesa de trabajo 11 sobre la base 13,
- un cojinete radial 15 provisto de correderas radiales hidrostáticas que está adaptado para el acoplamiento guiado de la mesa de trabajo 11 con la base 13 para permitir la rotación alrededor de un eje de rotación A de la mesa de trabajo 11 sobre la base 13, el eje
- 30 de rotación A estando formado por el eje del cojinete radial 15,
- primeros medios detectores 16, que están conectados funcionalmente a una corredera radial elegida 17 del cojinete radial 15 y están adaptados para detectar un

parámetro funcional, tal parámetro funcional siendo un parámetro que indica la operación de la corredera radial elegida 17, tal como por ejemplo la presión operativa o la altura de hueco,

- una unidad de procesamiento central 18 que está conectada funcionalmente a los medios detectores 16 con el fin de recibir de ellos estimaciones del parámetro funcional.

La unidad de procesamiento central 18 comprende medios 19 para estimar la excentricidad E del eje de centro de gravedad B, de una parte 12 dispuesta sobre la mesa de trabajo 11, respecto del eje de rotación A, los medios de estimación 19 estando adaptados para procesar los valores de tal parámetro funcional detectado por los medios sensores 16, para obtener el valor de la excentricidad E, para ser indicado al operario.

De una manera sustancialmente equivalente, otros ejemplos de realización de un sujeta-piezas según la invención pueden comprender más de un cojinete axial y/o más de un cojinete radial.

Ventajosamente, el cojinete axial 14 comprende correderas axiales con soporte hidrostático.

Además, el sujeta-piezas 10 preferiblemente comprende segundos medios sensores 20, que están conectados funcionalmente a una corredera radial elegida 21 del cojinete radial 14, con el fin de detectar un parámetro funcional suyo, que es un parámetro que indica su operación, tal como por ejemplo la presión operativa o la altura de hueco.

La unidad de procesamiento central 18 convenientemente está conectada funcionalmente a los segundos medios sensores 20 con el fin de recibir de ellos estimaciones de tal parámetro funcional.

Además, preferiblemente, la unidad de procesamiento central 18 comprende también medios 22 para estimar la altura q sobre la mesa de trabajo 11, del centro de gravedad G de una parte 12 que está dispuesta sobre la superficie de descanso 23 de la mesa de trabajo 11.

Los medios de estimación 22 están preferiblemente adaptados para procesar los valores de los parámetros funcionales y operativos que son detectados por los medios sensores 16 y 20 para obtener el valor de la altura q.

En ejemplos de realización alternativos de la invención, los segundos medios sensores pueden estar conectados a más de una corredera axial elegida con el fin de detectar posiblemente más de un parámetro operativo suyo, así como los primeros medios

sensores pueden estar conectados a más de una corredera radial elegida, con el fin de detectar posiblemente más de un parámetro funcional suyo.

En ejemplos de realización sustancialmente equivalentes del sujeta-piezas según la invención, no mostrados en los dibujos que acompañan, tales cojinetes axiales y/o tales
5 cojinetes radiales comprenden convenientemente

- un cojinete con elementos rodantes tales como bolas o rodillos, y
- correderas hidrostáticas que están interpuestas entre tal cojinete con elementos rodantes y al menos uno de los componentes del sujeta-piezas, elegido entre la mesa de trabajo y la base, los cuales el cojinete con elemento rodante rotatoriamente acopla entre
10 sí.

En tales ejemplos de realización, tales correderas hidrostáticas están sustancialmente estáticas respecto de los elementos entre los cuales están interpuestas, puesto que están interpuestas entre un anillo del cojinete con elementos rodantes y el componente del sujeta-piezas que permanece sustancialmente integral con tal anillo.

15 Preferiblemente, los segundos medios sensores 20 comprenden un primer transductor de presión 24 que está conectado a la corredera axial elegida 21 con el fin de detectar una presión de flujo axial P_1 , ésta siendo la presión operativa de la corredera axial elegida 21, tal parámetro operativo siendo la presión de flujo axial P_1 .

Además, convenientemente, los primeros medios sensores 16 comprenden
20 también al menos un segundo transductor de presión 25 que está conectado a la corredera axial elegida 17 con el fin de detectar una presión de flujo radial P_2 , ésta siendo la presión operativa de la corredera axial elegida 17, y tal parámetro operativo de este modo siendo la presión de flujo radial P_2 .

Además, la unidad de procesamiento central 18 comprende ventajosamente
25 medios de cálculo de carga que están adaptados para calcular el valor de la carga m que pesa sobre la mesa de trabajo 11, el valor de la carga m siendo igual al producto obtenido por la multiplicación de un valor de una variación de presión axial estacionaria dP_0 multiplicado por una primera área virtual A_{v1} multiplicado por el número de correderas n_1 del cojinete axial 21, es decir, en fórmula $m = dP_0 \cdot A_{v1} \cdot n_1$,

30 donde la primera área virtual A_{v1} es el área virtual de la corredera axial elegida 21 y la variación de presión axial estacionaria dP_0 es igual a la variación de presión detectada por el primer transductor de presión 24 entre una condición en la que la mesa de trabajo 11

está estacionaria y no cargada y una condición en la que la mesa de trabajo 11 está estacionaria y cargada con tal carga, es decir, con la parte 12 y cualquier otra masa de cuerpos auxiliares.

Preferiblemente, los medios de estimación 19 comprenden

- 5 - medios de grabación que están adaptados para realizar una operación C para grabar valores de un ángulo de rotación x del valor de la carga m y de valores de la presión de flujo radial P_2 como una función del ángulo de rotación x , que es el ángulo de rotación de la mesa de trabajo 11 alrededor del eje de rotación A respecto de una referencia predefinida D,
- 10 - primeros medios de cálculo, que están adaptados para realizar una primera operación H para calcular el valor de una variación de presión de flujo radial máxima dP_{2max} y de un ángulo de presión máximo x_{max} , el valor de variación de presión de flujo radial máximo dP_{2max} siendo igual al valor máximo asumido por la variación de la presión de flujo radial P_2 detectado por el segundo transductor de
- 15 presión 25 en un intervalo de valores del ángulo de rotación x que cubre 360° y que de este modo se corresponde con una rotación completa de la mesa de trabajo 11 realizada a una velocidad angular constante elegida v , y el ángulo de presión máximo x_{max} siendo el valor asumido por el ángulo de rotación x para el cual la variación de presión de flujo radial dP_2 es igual a la variación de presión de flujo
- 20 radial máximo dP_{2max} ,
- segundos medios de cálculo, que están adaptados para realizar una segunda operación L para calcular un valor de un ángulo de la carga y un valor de la fuerza de la carga F , el ángulo de carga y siendo igual a la diferencia obtenida al restar de 360° el valor del ángulo de presión máximo a_{max} expresado en grados, es decir, en
- 25 fórmula $y^\circ = 360^\circ - a_{max}^\circ$, el valor de fuerza de carga F siendo además igual al producto de la multiplicación de la mitad del número de correderas n_2 del cojinete radial 15 multiplicado por una segunda área virtual A_{v2} multiplicado por la variación de presión de flujo radial máxima dP_{2max} , es decir en fórmula $F = (n_2/2) \cdot A_{v2} \cdot dP_{2max}$, donde la segunda área virtual A_{v2} es el área virtual de la corredera radial elegida 17,
- 30 - terceros medios de cálculo que están adaptados para calcular una tercera operación N para calcular el valor de excentricidad E , que es igual al ratio que es el resultado de la división de la fuerza de la carga F dividido por el producto de tal valor de la

carga m multiplicado por el cuadrado del valor de tal velocidad angular elegida v , en fórmula $E=F/(m \cdot v^2)$,

Se señala que la validez de la fórmula para calcular la fuerza de carga F , es decir $F=(n_2/2) \cdot A_{v2} \cdot dP_{2max}$, se encuentra fácilmente y se confirma fácilmente en el actual estado de la técnica.

De hecho, es suficiente con realizar un test que está adaptado para detectar la presión sobre cada corredera radial durante la rotación a velocidad constante de una mesa de trabajo que está soportando una carga con un eje de centro de gravedad que es excéntrico respecto del eje de rotación de la mesa de trabajo, con el fin de encontrar que la fuerza centrífuga debida a esta excentricidad, que es detectada como la composición de las tensiones que son soportadas cooperativamente por las correderas radiales, puede efectivamente aproximarse con tal fórmula de cálculo.

Convenientemente, los medios de grabación están adaptados además para realizar una operación de grabación auxiliar Q de valores de la presión de flujo axial P_1 como una función del ángulo de rotación x .

Además, los medios de estimación 22 comprenden ventajosamente

- cuartos medios de cálculo que están adaptados para realizar una cuarta operación R para calcular un valor de variación de presión de flujo axial máxima dP_{1max} igual al valor máximo asumido por la variación de la presión de flujo axial P_1 detectada por el primer transductor de presión 24 en una gama de valores del ángulo de rotación x que cubre 360°, es decir, correspondiendo a una rotación completa de la mesa de trabajo 11 realizada a una velocidad angular constante elegida v ,
- quintos medios de cálculo que están adaptados para realizar una quinta operación T para calcular un valor de momento de inclinación M_F igual al producto que es el resultado de la multiplicación de la primera área virtual A_{v1} multiplicado por la variación de presión de flujo axial máximo dP_{1max} dividido por un coeficiente de distribución s , en fórmula $M=A_{v1} \cdot dP_{1max}/s$, el coeficiente de distribución s siendo igual al recíproco del producto obtenido de la multiplicación del radio de las correderas r multiplicado por la suma obtenida sumando los cuadrados de los cosenos de los ángulos de los centros de las correderas a_1 , estimado respecto de un radio de referencia, en fórmula

$$s = \frac{1}{(r \cdot \sum_{i=1}^n (\cos^2 \alpha_i))}$$

- sextos medios de cálculo que están adaptados para realizar una sexta operación U para calcular la altura q igual a la diferencia entre una altura del centro de gravedad h_g y una altura de la mesa de trabajo h_1 en formula $q=h_g-h_1$, la altura del centro de gravedad h_g siendo igual al ratio obtenido de la división del valor del momento de inclinación M_F dividido por la fuerza de la carga F, en fórmula $h_g=M_F/F$, y tal altura de la mesa de trabajo h_1 siendo igual a la distancia entre el centro del cojinete radial 15 y la superficie de descanso 23 de la mesa de trabajo 11.

10 Se señala que el coeficiente de distribución s es una estimación de la distribución de la tensión excéntrica respecto del eje de rotación de la mesa de trabajo que está soportado durante la operación por las correderas de un cojinete hidrostático.

La validez de la expresión del coeficiente de distribución s ofrecido aquí, es decir

$$s = \frac{1}{(r \cdot \sum_{i=1}^n (\cos^2 \alpha_i))}$$

15 se encuentra fácilmente y se confirma fácilmente en el estado de la técnica actual.

De hecho, es suficiente realizar un test que está adaptado para detectar la presión sobre cada corredera axial durante la rotación a velocidad constante de la mesa de trabajo que está soportando una carga con un eje de centro de gravedad que es excéntrico respecto del eje de rotación de la mesa de trabajo, con el fin de encontrar que la distribución de las tensiones que son soportadas por las correderas axiales puede aproximarse razonablemente al calculado con esta expresión.

20 Ventajosamente, la unidad de procesamiento central 18 es un ordenador electrónico, tal como por ejemplo una CLP (que es el acrónimo de la expresión “controlador lógico programable”), que integra los medios de grabación y los medios de cálculo.

25 Además, la unidad de procesamiento central 18 comprende medios para interactuar con el operario, que no están mostrados en los dibujos adjuntados y que pueden por ejemplo implementarse con un monitor conectado al CLP, que están adaptados para mostrar

- 30 - el valor del ángulo de presión máximo X_{max} , respecto de la referencia D,
- el valor de la excentricidad E, y

- el valor de la altura q .

Con estas indicaciones el operario es capaz de estimar la masa y posición del contrapeso o contrapesos con el fin de obtener un equilibrado exacto y seguro del sujeta-piezas 10.

5 Ventajosamente, la unidad de procesamiento central 18 comprende además séptimos medios de cálculo para calcular una masa de contrapeso y una posición de tal masa de contrapeso en la mesa de trabajo 11, para el equilibrado de la parte 12 sobre la mesa de trabajo 11, el término equilibrado aquí significando la conexión correspondiente a una configuración en la cual la excentricidad E , estimada tal y como se describe
10 anteriormente, tiene un valor cero.

La operación de un sujeta-piezas 10 según la invención es como sigue.

Una parte 12 a ser mecanizada es dispuesta sobre la mesa de trabajo 11 en una posición elegida para mecanizada, y es fijada en su lugar por las mordazas provistas que no son mostradas en las figuras que acompañan.

15 La pieza ahora está lista para la operación de equilibrado.

Con la mesa de trabajo estacionaria, tales medios de cálculo estiman el valor de la carga m que soporta la mesa de trabajo 11, que es dado por $m = dP_0 \cdot A_{v1} \cdot n_1$, según la descripción anterior.

De esta manera, el sujeta-piezas 10 es también un instrumento para el pesado de
20 las partes dispuestas sobre su mesa de trabajo 11.

Con el fin de evaluar la excentricidad E (si la hubiera) del eje de centro de gravedad B de la carga respecto del eje de rotación A , la mesa de trabajo 11 es hecha rotar a una velocidad angular elegida v .

Para los objetivos de ejemplo no limitador, con referencia a la figura 5, en él la
25 letra Z indica un radio de referencia que es integral con la mesa de trabajo 11.

El ángulo de rotación x es asumido, que es igual al ángulo comprendido entre el radio de referencia Z y la referencia D que es integral con la base 13.

Con particular referencia a la figura 3, los medios de estimación 19, sobre la base de las lecturas del segundo transductor de presión 25, realizan la estimación de la
30 excentricidad E mediante

- los primeros medios de cálculo, que realizan una primera operación de cálculo H, del valor de la variación de presión de flujo radial máximo dP_{2max} y del ángulo de presión máximo x_{max}
- los segundos medios de cálculo, que realizan una segunda operación de cálculo L, del valor de un ángulo de la carga $y^{\circ}=360^{\circ}-x_{max}^{\circ}$, y de un valor de la fuerza de la carga $F=(n_2/2) \cdot A_{v2} \cdot dP_{2max}$, y
- los terceros medios de cálculo, que realizan una tercera operación de cálculo N, del valor de excentricidad $E=F/(m \cdot v^2)$,

De esta manera, el operario tiene una indicación de que el eje de centro de gravedad B puede ser identificado sobre la mesa de trabajo 11

- a una distancia que es igual a la excentricidad E del eje de rotación A, y
- en una posición angular, respecto del radio de referencia Z, que es igual al ángulo de la carga y, medido en la dirección de la velocidad angular elegida v.

En este punto el operario puede realizar un primer equilibrado mediante el posicionamiento de contrapesos sobre la mesa de trabajo 11.

Con el fin de implementar también un equilibrado que esté dirigido a cancelar el momento de inclinación de la carga en la configuración de trabajo, los medios de estimación 22, mediante el procesamiento del parámetro operativo detectado por el primer transductor de presión 24, estiman la altura q del centro de gravedad G en la superficie de descanso 23.

Más específicamente, los medios de estimación 22 realizan la estimación de la altura q mediante

- los cuartos medios de cálculo, que realizan una cuarta operación de cálculo R, del valor de la variación de presión de flujo axial máxima dP_{1max} ,
- los quintos medios de cálculo, que realizan una quinta operación de cálculo T, del valor del momento de inclinación $M_F = A_{v1} \cdot dP_{1max}/s$,
- los sextos medios de cálculo, que realizan una sexta operación de cálculo U, de la altura $q=h_g-h_1$.

Preferiblemente, entonces tales séptimos medios de cálculo calculan, para el operario, el valor de una masa de contrapeso y su posición sobre la mesa de trabajo 11, para el equilibrado de la parte 12 sobre la mesa de trabajo 11.

En la práctica se ha descubierto que la invención consigue plenamente el objetivo y los objetos pretendidos diseñando un sujeta-piezas que hace posible equilibrar de forma precisa y efectiva la carga soportada por la mesa de trabajo para el mecanizado de la parte dispuesta sobre ella.

5 Además, un sujeta-piezas según la invención hace posible identificar, e indicar al operario, la posición del eje de centro de gravedad de la carga soportada por la mesa de trabajo respecto del eje de rotación de la mesa de trabajo, y de esta forma indicar prontamente condiciones anómalas de carga al operario.

10 Un sujeta-piezas según la invención también hace posible identificar e indicar al operario la altura sobre la mesa de trabajo del centro de gravedad de la carga que está soportando, de forma que el momento de inclinación que la parte pueda experimentar durante el mecanizado, si hubiera cualquier excentricidad de su eje de centro de gravedad respecto del eje de rotación, pueda equilibrarse de una forma simple.

15 También, un sujeta-piezas según la invención hace posible identificar, e indicar al operario, la posición del eje de centro de gravedad y/o de la altura del centro de gravedad de la carga soportada por la mesa de trabajo de una manera fiable y eficiente utilizando la estimación de la presión de las correderas de los cojinetes hidrostáticos.

REIVINDICACIONES

1. Un sujeta-piezas (10) particularmente para partes que tienen una gran masa a ser mecanizada en máquinas-herramienta tales como tornos verticales y similares, que comprende

- 5 - una mesa de trabajo (11) para soportar una parte (12) a ser mecanizada,
- una base (13) para soportar dicha mesa de trabajo (11),
- al menos un cojinete axial (14) que está adaptado para soportar dicha mesa de trabajo (11) sobre dicha base (13); y

 - una unidad de procesamiento central (18) que comprende medios (19) para
10 estimar la excentricidad del eje de centro de gravedad (B) de una parte (12) dispuesta sobre dicha mesa de trabajo (11) respecto de un eje de rotación (A) de dicha mesa de trabajo (11),

 el sujeta-piezas (10) estando caracterizado por el hecho de que comprende además

- 15 - al menos un cojinete radial (15) provisto de correderas radiales hidrostáticas que está adaptado para el acoplamiento guiado de dicha mesa de trabajo (11) con dicha base (13) para permitir la rotación alrededor de dicho eje de rotación (A) de dicha mesa de trabajo (11) sobre dicha base (13), dicho eje de rotación (A) estando formado por el eje de dicho cojinete radial (15), y

- 20 - primeros medios sensores (16), que están conectados funcionalmente a al menos una corredera radial elegida (17) de dicho al menos un cojinete radial (15) y están adaptados para detectar al menos un parámetro funcional, dicho al menos un parámetro funcional siendo un parámetro que indica la operación de dicha al menos una corredera radial elegida (17),

- 25 - dicha unidad de procesamiento central (18) estando conectada funcionalmente a dichos primeros medios sensores (16) con el fin de recibir de ellos estimaciones de dicho parámetro funcional, y dichos medios de estimación (19) estando adaptados para procesar los valores de dicho parámetro funcional detectado por dichos medios sensores (16), para obtener el valor de dicha excentricidad (E).

2. El sujeta-piezas según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que
30 dicho cojinete axial (14) comprende correderas axiales con soporte hidrostático, dicho sujeta-piezas (10) comprendiendo además segundos medios sensores (20), que están conectados funcionalmente a al menos una corredera axial elegida (21) de dicho cojinete

axial (14) y están adaptados para detectar al menos un parámetro operativo, dicho al menos un parámetro operativo siendo un parámetro que indica la operación de dicha al menos una corredera axial elegida (21), dicha unidad de procesamiento central (18) estando conectada además funcionalmente a segundos medios sensores (20) con el fin de
 5 recibir de ellos estimaciones de dicho parámetro operativo, dicha unidad de procesamiento central (18) comprendiendo además medios (22) para evaluar la altura (q), sobre dicha mesa de trabajo (11), del centro de gravedad (G) de una parte (12) dispuesta sobre la superficie de descanso (23) de dicha mesa de trabajo (11), dicho medios de estimación (22) estando adaptados para procesar dichos valores de dichos parámetros
 10 detectados por dichos primeros y segundos medios sensores (16, 20) para obtener el valor de dicha altura (q).

3. El sujeta-piezas según la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que dichos segundos medios sensores (20) comprenden al menos un primer transductor de presión (24), que está conectado a dicha al menos una corredera axial elegida (21), con el
 15 fin de detectar una presión de flujo axial (P_1), que es la presión operativa de dicha al menos una corredera axial elegida (21), dicho al menos un parámetro operativo comprendiendo dicha presión de flujo axial (P_1).

4. El sujeta-piezas según la reivindicación 3, caracterizado por el hecho de que dichos primeros medios sensores (16) comprenden al menos un segundo transductor de presión (25), que está conectado a dicha al menos una corredera radial elegida (17) con el
 20 fin de detectar una presión de flujo radial (P_2), que es la presión operativa de dicha al menos una corredera radial elegida (17), dicho al menos un parámetro funcional comprendiendo dicha presión de flujo radial (P_2).

5. El sujeta-piezas según la reivindicación 4, caracterizado por el hecho de que
 25 dicha unidad de procesamiento central (18) comprende medios de cálculo de carga, que están adaptados para calcular el valor de la carga (m) que soporta dicha mesa de trabajo (11), dicho valor de carga (m) siendo igual al producto obtenido por multiplicar un valor de una variación de presión axial estacionaria (dP_0) multiplicado por una primera área virtual (A_{v1}) multiplicado por el número de correderas de dicho cojinete axial (14), en
 30 fórmulas $m = dP_0 \cdot A_{v1} \cdot n_1$, dicha variación de presión axial estacionaria (dP_0) siendo igual a la variación de presión detectada por dicho primer transductor de presión (24) entre una condición en la que dicha mesa de trabajo (11) está estacionaria y no cargada y una

condición en la que dicha mesa de trabajo (11) está estacionaria y cargada con dicha carga, y dicha primera área virtual (A_{v1}) siendo el área virtual de dicha corredera axial elegida (21).

6. El sujeta-piezas según la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de que
5 dichos medios de estimación (19) comprenden.

- medios de grabación, que están adaptados para realizar una operación para grabar (C) valores de un ángulo de rotación (α), de dicho valor de la carga (m) y de valores de dicha presión de flujo radial (P_2) como una función de dicho ángulo de rotación (α), dicho ángulo de rotación (α) siendo el ángulo de rotación de dicha mesa de trabajo (11) alrededor de dicho eje de rotación (A) respecto de una referencia predefinida (D),
10

- primeros medios de cálculo, que están adaptados para paralizar una primera operación (H) para calcular una variación de presión de flujo radial máxima (dp_{2max}) y un ángulo de presión máximo (x_{max}), dicho valor de variación de presión de flujo radial máxima (dp_{2max}) siendo igual al valor máximo asumido por la variación de dicha presión de flujo radial (P_2) detectada por dicho segundo transductor de presión (25) en un intervalo de valores de dicho ángulo de rotación (x) que cubre 360° y corresponde a una rotación de dicha mesa de trabajo (11) realizada a una velocidad angular constante elegida (v), y dicho ángulo de presión máximo (x_{max}) siendo el valor asumido por dicho
15 ángulo de rotación (x) para el cual dicha variación de presión de flujo radial (dp_2) es igual a dicha variación de presión de flujo radial máxima (dp_{2max}),
20

- segundos medios de cálculo, que están adaptadas para realizar una segunda operación (L) para calcular un valor de un ángulo de la carga (y) y un valor de la fuerza de la carga (F), dicho ángulo de carga (y) siendo igual a la diferencia obtenida restando de
25 360° el valor de dicho ángulo de presión máximo (x_{max}) expresado en grados, en fórmula $y^\circ = 360^\circ - x_{max}^\circ$, dicho valor de fuerza de carga (F) siendo además igual al producto de la multiplicación de la mitad del número de correderas (n_2) de dicho cojinete radial (15) multiplicado por una segunda área virtual (A_{v2}) multiplicado por dicha variación de presión de flujo radial máxima (dp_{2max}), en fórmula $F = (n_2/2) \cdot A_{v2} \cdot dp_{2max}$, dicha segunda
30 área virtual (A_{v2}) siendo el área virtual de dicha corredera radial elegida (17),

- terceros medios de cálculo, que están adaptados para realizar una tercera operación para calcular dicho valor de excentricidad (E) igual al ratio que es el resultado

de la división de dicha fuerza de la carga (F) dividido por el producto de dicho valor de la carga (m) multiplicado por el cuadrado del valor de dicha velocidad angular elegida (v), en fórmula $E=F/(m \cdot v^2)$.

7. El sujeta-piezas según la reivindicación 6, caracterizado por el hecho de que dichos medios de grabación están además adaptados para realizar una operación de grabación auxiliar (Q) de valores de dicha presión de flujo axial (P_1) como una función de dicho ángulo de rotación (x), dichos medios de estimación (22) comprendiendo

- cuartos medios de cálculo, que están adaptados para realizar una cuarta operación (R) para calcular un valor de variación de presión de flujo axial máxima (dP_{1max}) igual al valor máximo asumido por la variación de dicha presión de flujo axial (P_1) detectada por dicho primer transductor de presión (24) en una gama de valores de dicho ángulo de rotación (x) que cubre 360° y corresponde a una rotación de dicha mesa de trabajo (11) realizada a dicha velocidad angular constante elegida (v),

- quintos medios de cálculo, que están adaptados para realizar una quinta operación (T) para calcular un valor de momento de inclinación (M_F) igual al producto que es el resultado de la multiplicación de dicha primera área virtual (A_{v1}) multiplicado por dicha variación de presión de flujo axial máxima (dP_{max}) dividido por un coeficiente de distribución (s), en fórmula $M_F = A_{v1} \cdot dP_{1max}/s$, dicho coeficiente de distribución (s) siendo igual al recíproco del producto obtenido por la multiplicación del radio de las correderas (r) multiplicado por la suma obtenida añadiendo los cuadrados de los cosenos de los ángulos de los centros de las correderas (a_1) estimado respecto de un radio de referencia, en fórmula

$$s = \frac{1}{(r \cdot \sum_{i=1}^n (\cos^2 a_1))}$$

- sextos medios de cálculo, que están adaptados para realizar una sexta operación (U) para calcular dicha altura (q) igual a la diferencia entre una altura del centro de gravedad (h_g) y una altura de la mesa de trabajo (h_1), en fórmula $q=h_g-h_1$, dicha altura del centro de gravedad (h_g) siendo igual al ratio obtenido de la división de dicho valor del momento de inclinación (M_F) dividido por dicha fuerza de la carga (F), en fórmula $h_g = M_F/F$, y dicha altura de la mesa de trabajo (h_1) siendo igual a la distancia entre el centro de dicho cojinete radial (15) y dicha superficie de descanso (23) de dicha mesa de trabajo (11).

8. El sujeta-piezas según la reivindicación 7, caracterizado por el hecho de que dichos medios de grabación y dichos medios de cálculo están integrados en un ordenador electrónico.

5 9. El sujeta-piezas según la reivindicación 8, caracterizado por el hecho de que dicha unidad de procesamiento central (18) comprende medios para interactuar con el operario que están adaptados para tener al menos

- el valor de dicho ángulo de presión máximo ($x_{\max}$) respecto de dicha referencia (D),

- el valor de dicha excentricidad (E), y

10 - el valor de dicha altura (q).

10. El sujeta-piezas según la reivindicación 9, caracterizado por el hecho de que dicha unidad de procesamiento central (18) comprende séptimos medios para calcular una masa de contrapeso y una posición de dicha masa de contrapeso sobre dicha mesa de trabajo (11), para el equilibrado de la parte (12) sobre dicha mesa de trabajo (11), dicho
15 equilibrado correspondiendo a una configuración en la que dicha excentricidad (E) tiene un valor cero.

11. El sujeta-piezas según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que al menos uno selectivamente entre dicho al menos un cojinete axial y
20 dicho al menos un cojinete radial comprende

- un cojinete con elementos rodantes, y

- correderas hidrostáticas, que están interpuestas entre dicho cojinete con elementos rodantes y al menos un componente de dicho sujeta-piezas elegido entre dicha mesa de trabajo y dicha base.

25

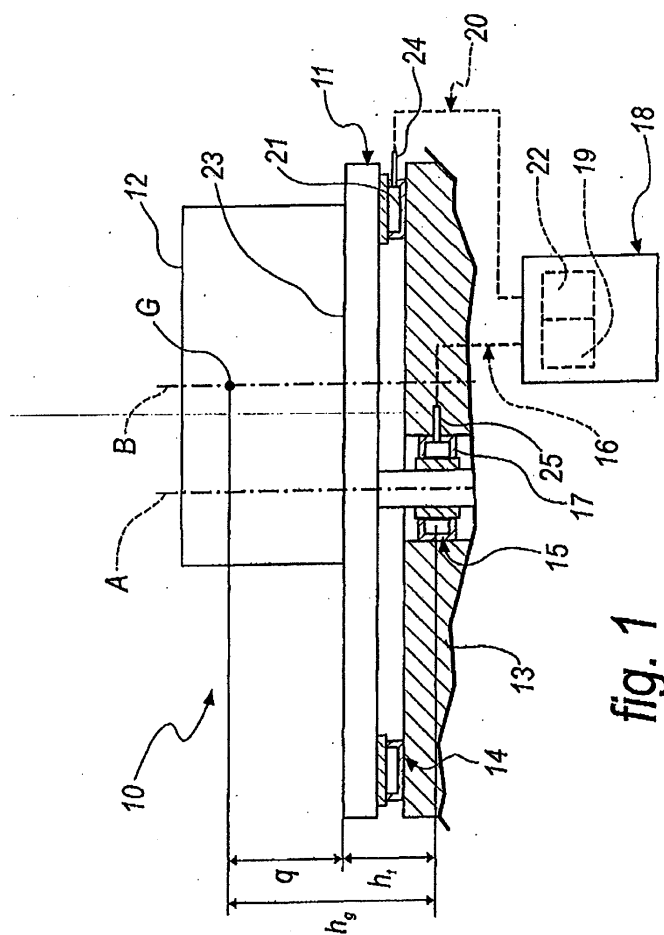


fig. 1

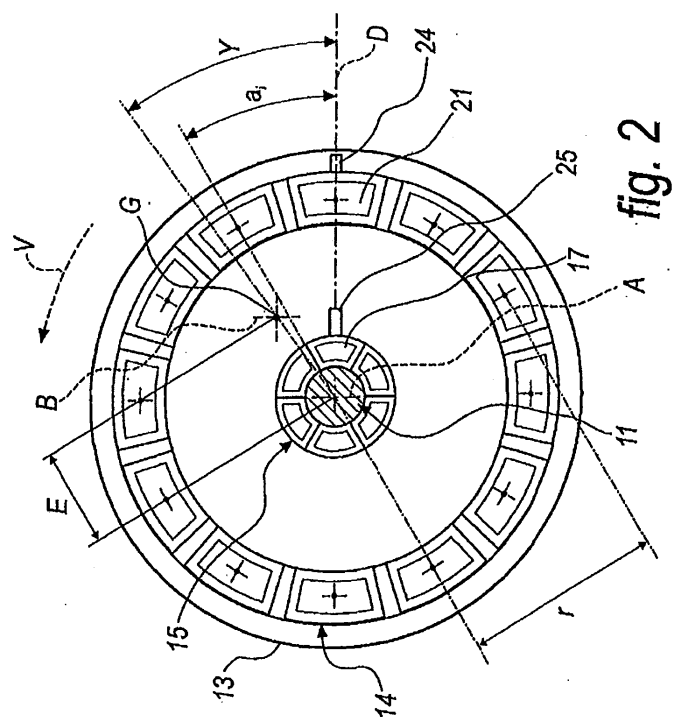


fig. 2

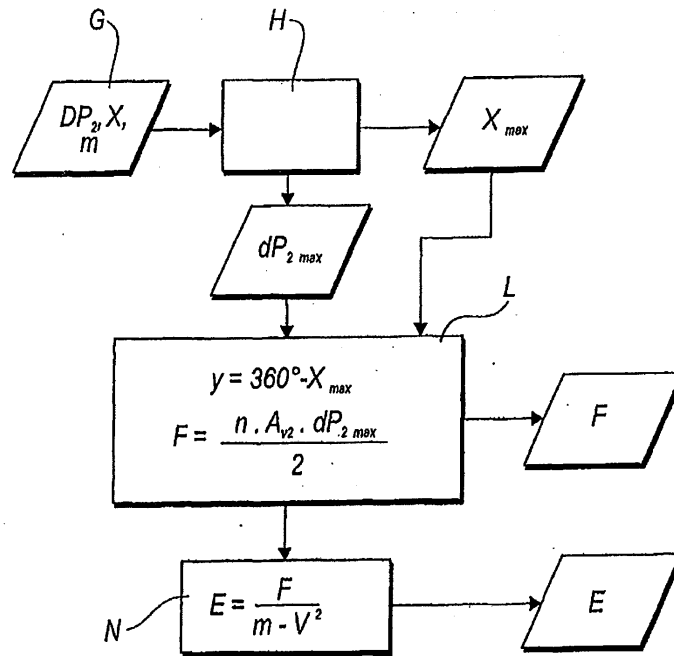
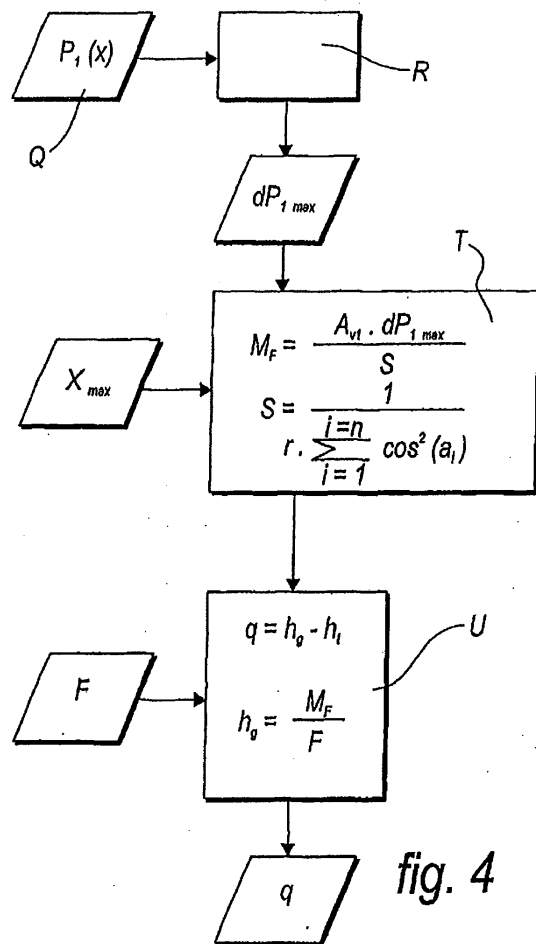


fig. 3



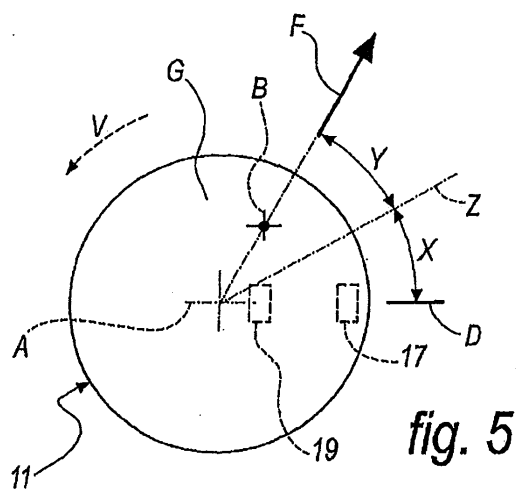


fig. 5

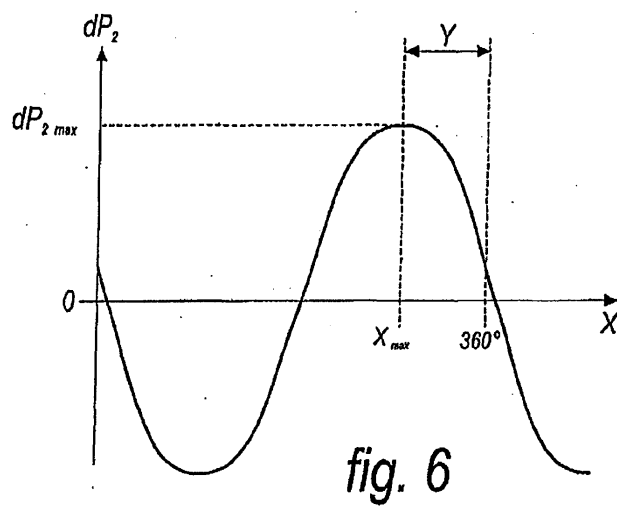


fig. 6