

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 444 567**

51 Int. Cl.:

**B23Q 1/38** (2006.01)

**B23Q 11/00** (2006.01)

**F16C 32/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2010 E 10760711 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2013 EP 2485865**

54 Título: **Sujetapiezas para partes a ser mecanizadas con máquinas-herramienta, particularmente para partes que tienen una gran masa a ser mecanizada en tornos verticales**

30 Prioridad:

**05.10.2009 IT PD20090289**

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 2 444 567 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

Sujetapiezas para partes a ser mecanizadas con máquinas-herramienta, particularmente para partes que tienen una gran masa a ser mecanizada en tornos verticales.

Campo técnico

5           La presente invención hace referencia a un sujetapiezas para partes a ser mecanizadas con máquinas-herramienta, particularmente para partes que tienen una gran masa a ser mecanizada en tornos verticales (véase por ejemplo US-3,871,721).

Estado de la técnica

10           Hoy en día, 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 sujetapiezas son conocidos que comprenden mesas rotatorias provistas de quintas ruedas de soporte con cojinetes de bolas, por ejemplo cojinetes de rodillos o cojinetes de pista de rodamiento o cojinetes hidrostáticos.

15           Un requisito muy urgente en el campo de estas máquinas consiste en asegurar una rigidez del sujetapiezas que haga posible impedir sus inestabilidades dinámicas al mecanizar las partes, ya que la masa de la parte a ser mecanizada cambia.

          De hecho, un requisito del usuario de tales tornos es poder utilizarlos para mecanizar partes cuyo peso pueda variar de unas pocas toneladas a 120 toneladas o más.

20           Por otro lado, actualmente la filosofía de diseño seguida para dimensionar los dispositivos de soporte en uso hoy proveen la optimización del comportamiento dinámico para una carga elegida.

          El comportamiento dinámico de los dispositivos diseñados de esta manera es por lo tanto óptimo para partes que tengan un peso que sea igual a o casi igual a la carga de proyecto, mientras exhiben una disminución de los niveles de comportamiento que es  
25           proporcional a la diferencia entre el peso de la parte y el de la carga de proyecto.

          Quintas ruedas con cojinetes de soporte hidrostáticos son actualmente particularmente apreciadas porque para las mismas condiciones de diseño comparadas con los cojinetes de bolas en uso no tienen vacilaciones de arranque, que son debidas al aplastamiento de los rodillos y de las bolas, y exhiben menos absorción de potencia en forma de fricción dinámica, y por lo tanto exhibiendo menores temperaturas operativas también, para  
30           mayor ventaja de la estabilidad dimensional de las partes que son sensibles a los efectos de dilatación térmica.

Sin embargo, según las técnicas de diseño indicadas, el uso de cojinetes hidrostáticos es particularmente poco adecuado para soportar la quinta rueda de soporte de la mesa de trabajo en uso en dispositivos de soporte sobre los que partes que varían grandemente en peso son desplegadas.

5 De hecho, tal y como se conoce, la operación óptima de los cojinetes hidrostáticos se identifica por un espesor de hueco y presión de fluido, que dependen de las elecciones de dimensionamiento.

10 Por lo tanto, una disminución en la carga de tales cojinetes, debido al mecanizado de una parte que tenga un peso menor que el de la carga de proyecto, induce una reducción en la presión de fluido y un aumento en el hueco, que corresponden a una configuración de rigidez que es menor que la de la operación óptima y a un flujo mayor de fluido que el sistema hidráulico tiene que manejar.

15 Viceversa, sobrecargar el cojinete hidrostático, respecto de la carga óptima, induce un aumento en rigidez que está correlacionado con el aumento de la presión de fluido y con la reducción del hueco.

En particular, la reducción del hueco es un efecto operativo crítico por el hecho de que con la reducción del hueco operativo aumenta la probabilidad de contacto mutuo de las correderas hidrostáticas que componen el cojinete.

20 Si tal contacto ocurre de hecho, el daño a la quinta rueda siempre es extensivo, bien sea que induzca un repentino aumento de la temperatura operativa o, en el peor caso, que provoque que las correderas se agarroten.

Así que actualmente, el uso de quintas ruedas hidrostáticas, por muy apreciadas que sean, tiende a limitarse relativamente a máquinas que tengan un dispositivo para compensar la carga operativa.

25 Dispositivos de compensación que son conocidos actualmente, que son utilizados tanto en dispositivos de soporte con quintas ruedas hidrostáticas como en dispositivos de soporte con quintas ruedas con cojinetes de bolas, están adaptados para determinar una carga operativa mínima de la quinta rueda que soporta la mesa de trabajo o para cooperar con la quinta rueda para soportar la parte, limitando así la carga máxima que pesa sobre  
30 ella.

Los dispositivos de compensación más avanzados conocidos actualmente en general tienen pistones hidráulicos sobre una quinta rueda de precarga conectada a la mesa de trabajo que sujeta la parte.

Tales pistones hidráulicos actúan

- 5 - de acuerdo con el peso de la parte, con el fin de determinar una precarga gradual en la quinta rueda sustentadora, o
- en desacuerdo con el peso de la parte, con el fin de compartir gradualmente su soporte con la quinta rueda sustentadora, a medida que el peso de la parte a ser soportada aumenta.

10 En efecto, por lo tanto, tales dispositivos compensadores tienen una acción sobre la quinta rueda sustentadora que es de naturaleza gradual, precargándola o descargándola según una proporcionalidad preestablecida al peso a ser soportado.

De esta manera, tales dispositivos extienden la gama de operación óptima del sujetapiezas de un valor de carga óptima a un intervalo de cargas, actuando sobre los cojinetes, que es igual al intervalo de pesos de la parte para la que están adaptados para compensar.

15 Por lo tanto, aunque son muy apreciados hoy en día, tales dispositivos compensadores sin embargo sólo son capaces de ampliar el campo de operación óptima de los dispositivos de soporte sobre los que están fijados, lo que significa que aún existe una necesidad urgente para dispositivos de soporte que puedan mantener una rigidez óptima adaptándose automáticamente al peso de la pieza a ser mecanizada, incluso si variara durante la operación de mecanizado misma.

Explicación de la invención

25 El objetivo de la presente invención es cumplir este requisito diseñando un sujetapiezas que en uso esté en condiciones de operación óptima independientemente de forma sustancial del peso de la parte a ser mecanizada que soporta.

Dentro de este objetivo, un objeto de la invención es proveer un sujetapiezas que haga posible modular automáticamente su configuración, como una función del peso de la parte que soporta mientras mantiene su rigidez en condiciones de operación óptima.

30 Otro objeto de la invención es diseñar un sujetapiezas que haga posible modular automáticamente su configuración al tiempo que mantiene su rigidez en condiciones de

operación óptima incluso en caso de variaciones de carga que puedan deberse a expansiones de calor que emanan durante el mecanizado de la parte que está soportando.

Otro objeto de la invención es proveer un sujetapiezas que haga posible modular automáticamente su configuración incluso durante el mecanizado de la parte que está soportando.

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

Este objetivo así como estos y otros objetos que resultarán aparentes de mejor modo a continuación se consiguen mediante un sujetapiezas para partes a ser mecanizadas con máquinas herramienta, particularmente para partes que tienen una gran masa a ser mecanizada en tornos verticales, caracterizado por el hecho de que comprende

- una mesa de trabajo para soportar la parte,
- una base para soportar dicha mesa de trabajo,
- al menos un cojinete de soporte hidrostático adaptado para soportar dicha mesa de trabajo sobre dicha base,
- al menos un cojinete de precarga que está interpuesto entre dicha mesa de trabajo y dicha base en una configuración paralela dinámica respecto de dicho al menos un cojinete de soporte,
- medios para modular una precarga impartida a dicho al menos un cojinete de soporte,
- medios para detectar al menos un parámetro funcional de al menos una corredera de soporte elegida de dicho al menos un cojinete de soporte, y
- una unidad central para controlar dichos medios de modulación,

dicha unidad de control central estando funcionalmente conectada a dichos medios detectores como para recibir de ellos estimaciones de dicho al menos un parámetro funcional, dicha unidad de control central estando conectada además funcionalmente a dichos medios de modulación para moverlos como una función de dichas estimaciones.

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 sujetapiezas según la invención, ilustrado mediante ejemplo no limitador en los dibujos que acompañan, en los que:

La figura 1 muestra un diagrama simplificado de un sujetapiezas según la invención;

La figura 2a muestra una gráfica de la tendencia general de la presión como una función de la altura del hueco en un cojinete hidrostático;

5 La figura 2b muestra un diagrama general simplificado de un cojinete hidrostático;

La figura 3 muestra un organigrama del funcionamiento de un sujetapiezas según la invención.

Formas de realizar la invención

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

Con referencia a las figuras, el número de referencia 10 generalmente indica un sujetapiezas para partes a ser mecanizadas con máquinas herramienta, particularmente para partes que tienen una gran masa a ser mecanizada en tornos verticales, que comprende

- 15 - una mesa de trabajo 11 para soportar una parte 12,
- una base 13 para soportar la mesa de trabajo 11,
- un cojinete de soporte hidrostático 14 que está adaptado para soportar la mesa de trabajo 11 sobre la base 13,
- 20 - un cojinete de precarga 15, que está interpuesto entre la mesa de trabajo 11 y la base 13 en una configuración paralela dinámica respecto del cojinete de soporte 14,
- medios 16 para modular una precarga impartida al cojinete de soporte 14, preferiblemente mediante el cojinete de precarga 15,
- medios 17 para detectar un parámetro funcional A de una corredera de soporte
- 25 elegida 14a del cojinete de soporte 14, y
- una unidad central 18 para controlar los medios de modulación 16.

La unidad de control central 18 está conectada funcionalmente a los medios de detección 17 para recibir de ellos estimaciones del parámetro funcional A, la unidad de control central 18 estando además conectada funcionalmente a los medios de modulación 16

30 para moverlos como una función de tales estimaciones.

Se señala que, con el término cojinete hidrostático o cojinete de soporte hidrostático, lo que significa aquí es un cojinete que está hecho de un canal de correderas hidrostáticas.

Preferiblemente, en ejemplos de realización alternativos del sujetapiezas según la invención, el sujetapiezas puede comprender más de un cojinete de soporte y más de un cojinete de precarga, y además, según los requisitos contingentes, más de un parámetro funcional puede ser detectado por los medio detectores y posiblemente para más de una corredera de soporte elegida.

La mesa de trabajo 11 ventajosamente comprende un soporte 19, preferiblemente anular, que está adaptado para soportar el cojinete de precarga 15.

Los medios de modulación 16 convenientemente comprenden pistones 20 para empujar sobre el cojinete de precarga 15.

Los pistones 20 convenientemente están conectados funcionalmente a la unidad de control 18 con el fin de ser movidos por ella al establecer el empuje de precarga impartido al cojinete de soporte 14, preferiblemente mediante el cojinete de precarga 15.

Más específicamente, los medios detectores 17 comprenden preferiblemente un transductor de presión 21 que está conectado a la corredera de soporte elegida 14a, el transductor de presión 21 estando adaptado para estimar una presión de flujo  $P_1$ .

Mediante el término presión de flujo  $P_1$ , lo que significa aquí es la presión de operación de la corredera de soporte elegida 14a.

Por lo tanto, convenientemente, el parámetro funcional A es la presión de flujo  $P_1$ .

En general, según los requisitos de implementación de un sujetapiezas 10, según la invención, el cojinete de precarga 15 puede estar con cojinetes de rodillos, pero preferiblemente está con soporte hidrostático.

Ventajosamente, el sujetapiezas 10 comprende también un sistema de suministro 22 para el suministro hidráulico del cojinete de precarga 15 a una presión  $P_0$ .

La unidad de control 18 preferiblemente está conectada funcionalmente al sistema de suministro 22 para mover la presión de suministro del cojinete de precarga 15 en sintonía con el movimiento simultáneo de los pistones 20.

De esta forma la unidad de control 18 puede realizar la función de mover simultáneamente los pistones 20 y el sistema de suministro 22 con el fin de compensar cualquier variación en la carga soportada por el cojinete de soporte 14, si esta carga tendiese a alte-

rar su condición operativa de este modo distanciándolo de la condición de operación óptima.

En particular, la unidad de control 18 ventajosamente comprende primeros medios de cálculo que están adaptados para calcular una variación de la fuerza de precarga  $dF_P$  a ser aplicada al cojinete de soporte 14 mediante los pistones 20 con el fin de compensar una variación en la carga soportada por él.

La variación de la fuerza de precarga  $dF_P$  es igual al producto de una primera área virtual  $A_{V1}$  y la diferencia entre una presión de flujo óptima  $P_{ott}$  y la presión de flujo  $P_1$  detectada por el transductor de presión 21, es decir, en la fórmula  $dF_P = A_{V1} \cdot (P_{ott} - P_1)$ .

El primer área virtual  $A_{V1}$  se entiende aquí que es el área virtual del cojinete de soporte 14, y la presión de flujo óptima  $P_{ott}$  es la presión operativa del cojinete de soporte 14 en la condición funcional óptima.

Como es conocido, esta condición de presión corresponde a una altura de hueco óptima  $h_{01}$ , del cojinete de soporte 14.

Tal y como se describe con más detalle a continuación, por lo tanto, con el fin de mantener la condición funcional óptima del cojinete de soporte 14, el sujetapiezas 10 adapta su configuración de forma que la altura de hueco del cojinete de soporte es igual a la altura de hueco óptima  $h_0$ , su presión operativa siendo igual a la presión de flujo óptima  $P_{ott}$ .

Con referencia particular a las figuras 2a y 2b, con el término condición funcional óptima, lo que se quiere decir aquí es la condición funcional de un cojinete hidrostático identificado por un par de valores de presión  $P$  y de altura de hueco  $h$  que se corresponde con la condición de máxima rigidez del cojinete.

Como es sabido, tal condición generalmente puede ser identificada en un diagrama  $h$ - $P$  a partir de los valores  $h$  y  $P$  que corresponden al punto donde se flexiona la curva  $P$  ( $h$ ), que corresponde con la condición de máxima rigidez del cojinete hidrostático.

Por ejemplo, en el diagrama  $h$ - $P$  mostrado en la figura 2a, tal condición funcional óptima puede por lo tanto identificarse en el punto de coordenadas ( $h_2$ ,  $P_2$ ).

Además, la unidad de control 18 preferiblemente comprende también segundos medios de cálculo que están adaptados para calcular una variación de la presión de los pistones  $dP_p$ , que es igual al ratio que es el resultado de la división de la variación de la

fuerza de precarga  $dF_p$ , por el área de la corona de los pistones  $A_p$  en la fórmula  $dP_p=dF_p/A_p$ .

La variación de la presión de los pistones  $dP_p$  es la variación en la presión operativa de los pistones 20 que está adaptada para impartir la variación de la fuerza de precarga  $dF_p$  al cojinete de soporte 14.

Además, la unidad de control 18 ventajosamente comprende terceros medios de cálculo que están adaptados para calcular una variación de presión de precarga  $dP_2$  que es igual al ratio que es el resultado de la división de la variación de fuerza de precarga  $dF_p$  por una segunda área virtual  $A_{v2}$ , en fórmula  $dP_2=dF_p/A_{v2}$ , la segunda área virtual  $A_{v2}$  siendo el área virtual del cojinete de precarga 15 y la variación de presión de precarga  $dP_2$  siendo la variación de presión operativa del cojinete de precarga 15.

Al mismo tiempo, la unidad de control 18 similar y preferiblemente comprende

- primeros medios motrices que están conectados a los pistones 20 para moverlos, impartiendo una variación en la presión operativa que es igual a la variación de presión de los pistones  $dP_p$ , y
- segundos medios motrices que están conectados al sistema de suministro 22 para moverlo, impartiendo una variación de presión de suministro  $dP_0$  a la presión de suministro  $P_0$  para mantener constante la altura de hueco  $h$  del cojinete de precarga 15 como consecuencia de la variación de presión de precarga  $dP_2$ .

Convenientemente, tales medios de cálculo están integrados en un CLP, que es el acrónimo de la expresión “Controlador Lógico Programable”, conectado a tales medios motrices.

Más específicamente, los segundos medios motrices preferiblemente comprenden al menos un servoregulador de presión que está interpuesto entre el sistema de suministro 22 y el cojinete de precarga 15 para impartir la variación de presión de suministro  $dP_0$  que hace posible mantener la altura de hueco  $h$  del cojinete de precarga 15 constante, para contrarrestar la variación de la presión de precarga  $dP_2$ .

De esta manera, a voluntad desde tal CLP, tal servoregulador de presión puede impartir la variación en la presión de suministro  $dP_0$  del cojinete de precarga 15 suministrada por el sistema de suministro 22 para mantener su altura de hueco  $h$  constante para contrarrestar la variación de la presión de precarga  $dP_2$ .

Además, generalmente, tales medios de cálculo y tales medios motrices trabajan según un ciclo de lazo cerrado, determinando cíclica y automáticamente

- una verificación de la configuración funcional del cojinete de soporte 14,
- una reconfiguración del sujetapiezas 10 cuando la verificación confirma una variación de la configuración funcional del cojinete de soporte 14 respecto de la configuración funcional para la operación óptima.

Alternativamente, según los requisitos contingentes, tales medios de cálculo y tales medios motrices operan según un ciclo abierto.

La operación según la invención es como sigue.

- 10 Durante la carga de una parte 12 sobre la mesa de trabajo 11, o la descarga desde la mesa de trabajo 11 de la parte 12, o durante el mecanizado de una parte 12 que involucra una reducción de su masa, la carga soportada por el cojinete de soporte 14 cambia.

Este cambio está manifestado como una variación en la presión de flujo  $P_1$ , que es detectada por el transductor de presión 21 en la corredera de soporte elegida 14a.

- 15 Por lo tanto, con referencia particular a la figura 3, el parámetro funcional A, que preferiblemente es el valor de la presión de flujo  $P_1$ , es calculado por tales primeros medios de cálculo que realizan una primera operación de cálculo B, que consiste en calcular la variación de la fuerza de precarga  $dF_p = A_{v1} \cdot (P_{ott} - P_1)$ .

- 20 Por lo tanto, tales segundos medios de cálculo realizan una segunda operación de cálculo C que consiste en calcular la variación de presión de los pistones  $dP_p = dF_p / A_p$ , y tales terceros medios de cálculo realizan una tercera operación de cálculo D que consiste en calcular la variación de presión de precarga  $dP_2 = dF_p / A_{v2}$ .

- 25 A continuación sigue una operación de transmisión E de los valores de la variación de presión de los pistones  $dP_p$  a tales primeros medios motrices, y de la variación de la presión de precarga  $dP_2$  a tales segundos medios motrices.

Por lo tanto, la unidad de control 18 de nuevo recibe el parámetro funcional A que es igual al valor de la presión de flujo actualizada  $P_1$  detectada por el transductor de presión 21 y las operaciones B, C, D y E son repetidas cíclicamente.

Tales medios motrices por lo tanto modifican

- 30 - la presión de los pistones  $P_p$  por el valor de la variación de presión de los pistones  $dP_p$  recibida, y

- la presión de suministro  $P_0$  por el valor de la variación de presión de suministro  $dP_0$  con el fin de mantener la altura de hueco  $h$  constante para contrarrestar la variación de la presión de precarga  $dP_2$  recibida.

De esta manera, cuando ocurre una variación en la carga soportada por el cojinete de soporte 14, el sujetapiezas 10 automáticamente reacciona modulando la fuerza de precarga  $F_p$  que actúa sobre él con el fin de mantenerlo en una condición de operación óptima.

Con particular referencia a las figuras 2a y 2b, la figura 2a muestra, para los objetivos de ejemplo no limitador, una condición operativa del cojinete de precarga 15, identificado por el punto en las coordenadas  $(h_2, P_2)$  donde la presión de flujo  $P_2$  corresponde a una altura de hueco  $h$  que es igual a  $h_2$ .

Ahora, si la carga que actúa sobre el cojinete de soporte 14 por ejemplo disminuye, como en el caso de una disminución de la masa de la parte debido a la eliminación de rebabas, según la descripción anterior la unidad de control 18 reacciona impartiendo una variación de la presión de suministro  $dP_0$  que es tal como para mantener la altura de hueco  $h$  constante, es decir, igual a  $h_2$ , para contrarrestar la variación de la presión de precarga  $dP_2$ .

De esta manera, las condiciones de operación óptima del cojinete de soporte 14 son mantenidas.

De hecho, el aumento de la fuerza de precarga  $F_p$  corresponde a un aumento de la presión de flujo  $P_2$  que aumenta a un valor de presión de flujo de adaptación  $P_2^1 = P_2 + dP_2$

Para mantener la altura de hueco  $h$  constante, igual a  $h_2$ , la presión de suministro  $P_0$  es por lo tanto aumentada a un valor de presión de suministro de adaptación  $P_0^1$ .

El cojinete de soporte 14 es suministrado por un circuito de suministro 23 que está adaptado para determinar sus condiciones de operación óptima que pueden ser identificadas de una presión operativa que es igual a la presión de flujo óptima  $P_{ott}$  que corresponde a una altura de hueco que es igual a una altura de hueco óptima  $h_0$ .

Por lo tanto, mediante el servoregulador de presión, la unidad de control 18 modula la presión de suministro  $P_0$  del cojinete de precarga 15 para mantener la altura de hueco  $h$  de sus correderas constante.

Además, una funcionalidad importante que un sujetapiezas 10 según la invención es capaz de ofrecer es la de pesar la parte 12 colocada sobre la mesa de trabajo 11. Puesto que la fuerza de peso de la mesa de trabajo  $M_t$  es conocida, la fuerza de peso de la parte  $M_p$  es igual a la diferencia que resulta de la resta

- del producto de la primera área virtual  $A_{v1}$  y la presión de flujo  $P_1$ , detectada por el transductor de presión 21,
- de la suma del peso de la mesa de trabajo  $M_1$  añadida a la fuerza de precarga  $F_p = P_p \cdot A_p$ ,

es decir en fórmula  $M_p = A_{v1} \cdot P_1 - (M_1 + F_p)$ .

De esta manera, mediante un sujetapiezas 10 según la invención es posible encontrar rápidamente el peso real de la parte 12 que está soportando programando tal CLP con el fin de proveer este artículo de información al operario.

Además, debería señalarse que en condiciones de operación correcta de un sujetapiezas 10 según la invención, la parte 12 debe estar equilibrada sobre la mesa de trabajo 11, es decir, preferiblemente mediante el uso de un contrapeso, debe presentar su eje de centro de gravedad como coincidente con el eje de mecanizado, que es el eje de rotación de la mesa de trabajo 11.

En la práctica se ha descubierto que la invención consigue plenamente el objetivo y los objetos pretendidos diseñando un sujetapiezas que en uso es rígido en condiciones de operación óptima sustancialmente independiente del peso de la parte a ser mecanizada que soporta debido a la adaptación automática que realiza.

Además, un sujetapiezas según la invención hace posible modular automáticamente su configuración, como una función del peso de la parte que soporta, mientras mantiene su rigidez en condiciones de operación óptima incluso en el caso de variaciones de carga

que pueden ser adscritas a la eliminación de rebabas durante el mecanizado de la parte que está soportando.

Además, un sujetapiezas según la invención hace posible modular automáticamente su configuración durante el mecanizado de la pieza que está soportando y además es

5 estructuralmente simple y fácil de utilizar.

## REIVINDICACIONES

1. Un sujetapiezas para partes a ser mecanizadas con máquinas-herramienta, particularmente para partes que tienen una gran masa a ser mecanizada en tornos verticales, que comprende:

5           - una mesa de trabajo (11) para soportar una parte (12),

          - una base (13) para soportar dicha mesa de trabajo (11),

          - al menos un cojinete de soporte hidrostático (14) adaptado para soportar dicha mesa de trabajo (11) sobre dicha base (13),

          - al menos un cojinete de precarga (15), que está interpuesto entre dicha mesa de  
10 trabajo (11) y dicha base (13), en una configuración paralela dinámica respecto de dicho al menos un cojinete de soporte (14), y caracterizado por el hecho de que

          - medios (16) para modular una precarga impartida a dicho al menos un cojinete de soporte (14),

          - medios (17) para detectar al menos un parámetro funcional (A) de al menos una  
15 corredera de soporte elegida (14a) de dicho al menos un cojinete de soporte (14), y

          - una unidad central (18) para controlar dichos medios de modulación (16),

          dicha unidad de control central (18) estando funcionalmente conectada a dichos medio detectores (17) para recibir de ellos estimaciones de dicho al menos un parámetro funcional (A), dicha unidad de control central (18) estando además conectada funcional-  
20 mente a dichos medios de modulación (16) para moverlos como una función de dichas estimaciones.

2. El sujetapiezas según la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que dicha mesa de trabajo (11) comprende un soporte (19) para dicho al menos un cojinete de precarga (15), dichos medios de modulación (16) comprendiendo pistones (20) para em-  
25 pujar contra dicho al menos un cojinete de precarga (15), dichos pistones (20) estando funcionalmente conectados a dicha unidad de control central (18) con el fin de ser movi-

dos por ella al establecer el empuje de precarga impartido a dicho al menos un cojinete de soporte (14) mediante dicho al menos un cojinete de precarga (15).

3. El sujetapiezas según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que dichos medios detectores (17) comprenden al menos un transductor de presión (21), que está conectado a dicha al menos una corredera de soporte elegida (14a), dicho transductor de presión (21) estando adaptado para estimar una presión de flujo ( $P_1$ ), dicha presión de flujo ( $P_1$ ) siendo la presión operativa de dicha al menos una corredera de soporte elegida (14a), dicho al menos un parámetro funcional siendo dicha presión de flujo ( $P_1$ ).

4. El sujetapiezas según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que dicho al menos un cojinete de precarga (15) es del tipo de soporte hidrostático.

5. El sujetapiezas según la reivindicación 4, caracterizado por el hecho de que comprende un sistema de suministro (22), que está adaptado para el suministro hidráulico de dicho al menos un cojinete de precarga (15) a una presión  $P_0$ , dicha unidad de control central (18) estando conectada funcionalmente a dicho sistema de suministro (22) para mover la presión de suministro ( $P_0$ ) de dicho al menos un cojinete de precarga (15), en sintonía con el simultáneo movimiento de dichos pistones (20).

6. El sujetapiezas según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que dicha unidad de control central (18) comprende

- primeros medios de cálculo que están adaptados para calcular una variación de la fuerza de precarga ( $dF_p$ ), a ser aplicada a dicho al menos un cojinete de soporte (14) mediante dichos pistones (20), dicha variación de fuerza de precarga ( $dF_p$ ) siendo igual al producto de una primera área virtual ( $A_{v1}$ ) y la diferencia entre una presión de flujo óptima ( $P_{ott}$ ) y dicha presión de flujo ( $P_1$ ), es decir, en fórmulas  $dF_p = A_{v1} \cdot (P_{ott} - P_1)$ , dicha primer área virtual ( $A_{v1}$ ) siendo el área virtual de dicho al menos un cojinete de soporte (14) y dicha presión de flujo óptima ( $P_{ott}$ ) siendo la presión operativa de dicho al menos un cojinete de soporte (14) en la condición funcional óptima,

- segundos medios de cálculo que están adaptados para calcular una variación de la presión de los pistones ( $dP_p$ ), que es igual al ratio que es el resultado de la división de dicha variación de la fuerza de precarga ( $dF_p$ ), por el área de la corona de los pistones ( $A_p$ ), en fórmula  $dP_p=dF_p/A_p$ , dicha variación de presión de pistón ( $dP_p$ ) siendo la variación de presión operativa de dichos pistones (20) que está adaptada para impartir a dicho al menos un cojinete de soporte (14) dicha variación de fuerza de precarga ( $dF_p$ ),

- terceros medios de cálculo que están adaptados para calcular una variación de presión de precarga ( $dP_2$ ) que es igual al ratio que es el resultado de la división de dicha variación de fuerza de precarga ( $dF_p$ ) por una segunda área virtual ( $A_{v2}$ ), en fórmula  $dP_2=dF_p/A_{v2}$ , dicha segunda área virtual ( $A_{v2}$ ) siendo el área virtual de dicho al menos un cojinete de precarga (15) y dicha variación de presión de precarga ( $dP_2$ ) siendo la variación de presión operativa de dicho al menos un cojinete de precarga (15),

- primeros medios motrices que están conectados a dichos pistones (20) para moverlos, impartiendo a ellos una variación de la presión operativa que es igual a dicha variación de presión de los pistones ( $dP_p$ ),

- segundos medios motrices que están conectados al sistema de suministro (22) para moverlo, impartiendo una variación de presión de suministro ( $dP_0$ ) a la presión de suministro ( $P_0$ ) para mantener constante la altura de hueco ( $h$ ) de dicho al menos un cojinete de precarga (15) como consecuencia de dicha variación de presión de precarga ( $dP_2$ ).

7. El sujetapiezas según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que dichos segundos medios motrices comprenden al menos un servoregulador de presión que está interpuesto entre dicho sistema de suministro (22) y dicho al menos un cojinete de precarga (15) para impartir dicha variación de presión de suministro ( $dP_0$ ) de dicho al menos un cojinete de precarga (15), suministrada por dicho sistema de suministro (22), para mantener constante dicha altura de hueco ( $h$ ) siguiendo a dicha variación de presión de precarga ( $dP_2$ ).

8. El sujetapiezas según la reivindicación 7, caracterizado por el hecho de que dichos medios de cálculo y dichos medios motrices trabajan según un ciclo de lazo cerrado, determinando cíclica y automáticamente

- una verificación de la configuración funcional de dicho al menos un cojinete de soporte (14),

- una reconfiguración de dicho sujetapiezas (10) cuando la verificación confirma una variación de la configuración funcional de dicho cojinete de soporte (14) respecto de  
5 la configuración funcional para la operación óptima.

9. El sujetapiezas según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que dichos medios de cálculo están integrados en un CLP conectado a dichos medios motrices.

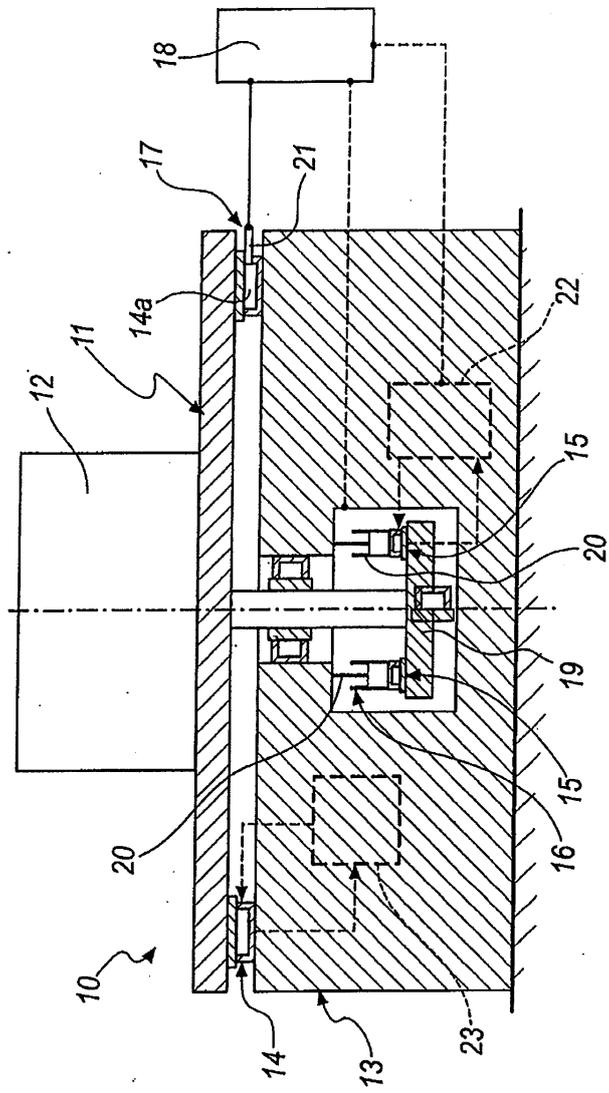


Fig. 1

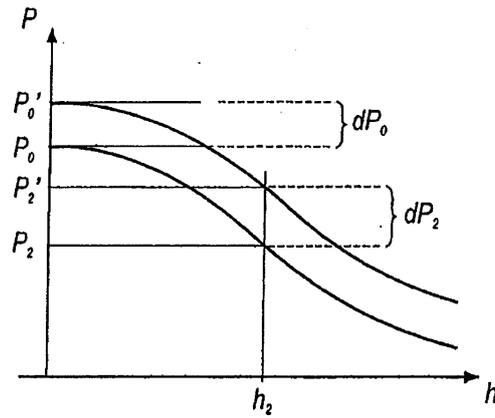


Fig. 2a

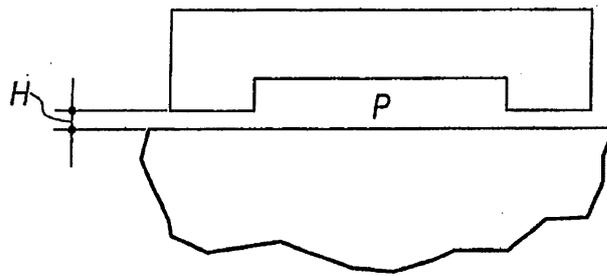


Fig. 2b

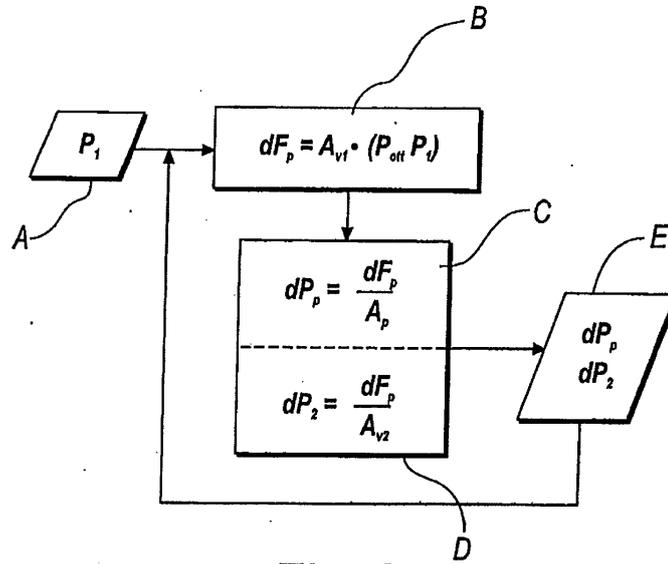


Fig. 3