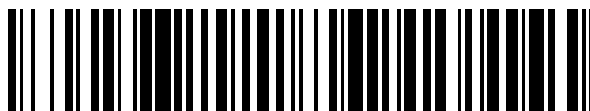


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 429 353**

51 Int. Cl.:

B23Q 1/01 (2006.01)

B23Q 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.07.2011 E 11175817 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2013 EP 2412475**

54 Título: **Sistema de compensación para máquina herramienta**

30 Prioridad:

29.07.2010 IT MO20100220

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

14.11.2013

73 Titular/es:

**PAMA S.P.A. (100.0%)
Viale del Lavoro, 10
38068 Rovereto (TN), IT**

72 Inventor/es:

NAINER, ALBERTO

74 Agente/Representante:

GALLEGO JIMÉNEZ, José Fernando

ES 2 429 353 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

Sistema de compensación para máquina herramienta

La presente invención se refiere a máquinas herramienta, de forma específica, se refiere a un sistema de compensación que es aplicable en máquinas herramienta de grandes dimensiones del tipo que comprende un pórtico con un travesaño para compensar las torsiones del travesaño (ver, por ejemplo, FR-2 686 822).

Las máquinas herramienta de pórtico con un travesaño conocidas comprenden sustancialmente un travesaño soportado o guiado por los extremos por dos montantes o columnas, separados entre sí y dispuestos en los lados de una mesa de soporte en la que es posible colocar las piezas a trabajar. En el travesaño está montado de forma deslizable un cabezal de trabajo mediante un carro respectivo, estando dotado de forma general el cabezal de trabajo de un eje de trabajo vertical que es perpendicular con respecto a la mesa de soporte.

El travesaño puede ser fijo o móvil; en el último caso, el mismo está montado de forma deslizable en guías lineales que están fijadas con respecto a los montantes y es accionado verticalmente mediante unos elementos de desplazamiento, que comprenden de forma típica husillos de desplazamiento accionados por motores respectivos.

El cabezal de trabajo está montado mediante el carro en guías del travesaño y es móvil horizontalmente a lo largo de este último. El cabezal de trabajo y el carro correspondiente constituyen una carga en voladizo que provoca tensiones por torsión y flexión en el travesaño. De forma específica, las tensiones por torsión se deben a la distancia entre el centro de gravedad de la unidad de carro-cabezal y el eje neutral longitudinal del travesaño en un plano de referencia que es vertical y ortogonal con respecto al eje neutral mencionado anteriormente.

En el caso de máquinas herramienta de grandes dimensiones en las que el peso de la unidad de carro-cabezal es muy grande (de forma típica, en un orden de magnitud que es superior a las sacudidas ejercidas por el cabezal de trabajo sobre las piezas a trabajar durante su mecanizado), las torsiones del travesaño son inevitables, independientemente de la rigidez de la estructura del travesaño. El ángulo de torsión es variable en función de la posición de la unidad de carro-cabezal a lo largo del travesaño, siendo máximo cuando dicha unidad está situada en el centro del travesaño (es decir, más alejada de los montantes) y mínima cuando la misma está situada en las partes del travesaño conectadas a los montantes. El ángulo de torsión del travesaño afecta a la precisión de los mecanizados, ya que el mismo provoca un giro del eje de mecanización del cabezal de trabajo, que deja de quedar situado de forma vertical y ortogonal con respecto a la mesa de soporte, sino que queda inclinado. La inclinación del eje de mecanización provoca errores geométricos en los mecanizados realizados sobre las piezas a trabajar y problemas de funcionamiento en las herramientas (por ejemplo, problemas de trazado en el caso de unidades de fresado).

Los giros de la unidad de carro-cabezal y, por lo tanto, del eje de mecanización vertical (en el plano de referencia vertical y ortogonal con respecto al eje neutral del travesaño) también son posibles debido a errores en la planitud de las guías del travesaño a lo largo de las que el carro se desliza.

Son conocidos sistemas de compensación fijos que, por ejemplo, comprenden cables o cuerdas que actúan sobre el travesaño que, de forma general, es fijo, a efectos de generar un par de torsión que se opone al par de torsión generado por el peso de la unidad de carro-cabezal y lo equilibra cuando esta última está colocada en el centro del travesaño. No obstante, los sistemas mencionados anteriormente no permiten compensar satisfactoriamente la torsión del travesaño cuando la unidad de carro-cabezal está situada en otras posiciones (por ejemplo, junto a los extremos del travesaño) o cuando su peso varía en función de los accesorios de cabezal aplicados en el cabezal de trabajo. Además, estos sistemas no permiten compensar posibles errores de planitud de las guías del travesaño.

Un objetivo de la presente invención consiste en mejorar los sistemas de compensación conocidos para máquinas herramienta de grandes dimensiones del tipo de pórtico con un travesaño, de forma específica, para compensar torsiones del travesaño provocadas por el peso de un cabezal de trabajo asociado al mismo.

Otro objetivo consiste en dar a conocer un sistema de compensación que permite minimizar la torsión del travesaño y, por lo tanto, limitar el giro del cabezal de trabajo, independientemente del peso y/o la posición de este último en el travesaño.

Otro objetivo consiste en obtener un sistema de compensación que permite compensar posibles errores de planitud de las guías del travesaño, a efectos de evitar, o al menos limitar, posibles giros y/o inclinaciones del cabezal de trabajo.

Otro objetivo adicional consiste en realizar un sistema de compensación que permite variar y ajustar la inclinación de un eje de mecanización del cabezal de trabajo, a efectos de optimizar el funcionamiento de las herramientas en la pieza a trabajar y/o el acabado superficial de la misma.

Otro objetivo adicional consiste en realizar un sistema de compensación que tiene una estructura sencilla y compacta, un funcionamiento fiable y que puede aplicarse fácilmente en máquinas herramienta, también en las ya existentes.

Estos objetivos y otros objetivos adicionales se consiguen mediante un sistema, un método y un aparato según una o más de las reivindicaciones descritas más adelante.

Es posible mejorar la comprensión e implementación de la invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos, que muestran una realización de la misma a título de ejemplo no limitativo, en los que:

- 5 la Figura 1 es una vista frontal de una máquina herramienta con pórtico y con travesaño, a la que está asociado el sistema de compensación de la invención;
- la Figura 2 es una vista esquemática posterior de la máquina herramienta y del sistema de compensación de la Figura 1;
- la Figura 3 es una vista en perspectiva ampliada del sistema de compensación de la Figura 1;
- 10 la Figura 4 es una vista en perspectiva ampliada del sistema de compensación asociado al travesaño de la máquina herramienta de la Figura 1;
- la Figura 5 es una sección parcial ampliada según la línea V-V de la Figura 2 que muestra las fuerzas y momentos que actúan sobre el travesaño de la máquina herramienta en una configuración de trabajo;
- 15 las Figuras 6 y 7 son vistas laterales esquemáticas de la máquina herramienta de la Figura 1 en funcionamiento, con el sistema de compensación activado y no activado, respectivamente.
- Haciendo referencia a las figuras 1 a 7, 1 indica un sistema de equilibrio aplicado en una máquina herramienta 50 de pórtico de grandes dimensiones dotada de un travesaño 51 soportado por unos montantes 62, 63 y que soporta de forma deslizable un cabezal 60 de trabajo a lo largo de una primera dirección horizontal Y. El travesaño 51 también es móvil a lo largo de una segunda dirección Z, que es vertical y ortogonal con respecto a la primera dirección Y, en un primer montante 62 y en un segundo montante 63, dispuestos en paralelo y separados entre sí en los lados de una mesa 65 de soporte de las piezas a trabajar.
- 20 El cabezal 60 de trabajo comprende además una parte 61 de trabajo que es móvil a lo largo de un eje W de mecanización que es sustancialmente paralelo con respecto a la segunda dirección Z.
- 25 En una variante de la máquina herramienta 50, no mostrada, el travesaño 51 está fijado de forma rígida a los montantes.
- El travesaño 51 se mueve en la segunda dirección Z mediante medios de desplazamiento de tipo conocido, no mostrados, introducidos en los montantes 62, 63 y que comprenden, por ejemplo, husillos de desplazamiento accionados por motores giratorios respectivos.
- 30 Haciendo referencia de forma específica a las Figuras 2, 3 y 4, el sistema 1 de equilibrio comprende un travesaño adicional 2, denominado contra-travesaño, que tiene sus extremos opuestos 3, 4 fijados a las partes laterales 52, 53 del travesaño 51 adyacentes a los montantes 62, 63. El travesaño adicional 2 también está conectado a una parte central 54 o parte intermedia del travesaño 51 por medios 11, 12 de accionamiento.
- Los extremos 3, 4 del travesaño adicional 2 y los medios 11, 12 de accionamiento están conectados en la realización mostrada en las figuras a un lado posterior 55 del travesaño 51 que es opuesto a un lado frontal 56 que tiene medios de guía 57, 58 que soportan de forma deslizable el cabezal 60 de trabajo.
- 35 En una variante de la máquina herramienta 50, no mostrada, el sistema 1 de compensación, es decir, los extremos 3, 4 y los medios 11, 12 de accionamiento, puede estar fijado a un lado superior o a un lado inferior del travesaño 51, por ejemplo, de forma sustancialmente ortogonal con respecto a dicho lado frontal 56.
- Los medios 11, 12 de accionamiento están dispuestos para ejercer en la parte central 54 del travesaño 51 un par de fuerzas F_c de compensación que son ajustables y tales que generan en el travesaño 51 un par M_c de compensación que permite limitar y/o controlar el giro y/o la inclinación de dicho cabezal 60 de trabajo (en un plano A de referencia vertical que es ortogonal con respecto a la primera dirección Y y paralelo con respecto a la segunda dirección Z) y obtener una deformación por torsión más precisa del travesaño 51 provocada por el peso del cabezal 60 de trabajo y por su posición a lo largo de dicha primera dirección Y, tal como se explicará de forma más detallada a continuación en la descripción. Las fuerzas F_c de compensación son ortogonales con respecto a la primera dirección Y. En la realización mostrada, las fuerzas F_c de compensación también son paralelas con respecto a una tercera dirección X que es ortogonal con respecto a la primera dirección Y y con respecto a la segunda dirección Z (Figura 5).
- 40 Los medios de accionamiento comprenden primeros medios 11 de accionamiento y segundos medios 12 de accionamiento fijados a una parte intermedia 5 del travesaño adicional 2 y situados a una primera distancia d_1 recíproca a lo largo de una dirección que es ortogonal con respecto a la primera dirección Y, a efectos de ejercer en el travesaño 51 el par de fuerzas F_c de compensación de igual intensidad y en sentido opuesto. Las fuerzas de compensación están dispuestas sustancialmente en un plano vertical A que es ortogonal con respecto a la primera
- 50

dirección Y y paralelo con respecto a la segunda dirección Z. Dicho plano A coincide sustancialmente con el plano central H del travesaño 51 cuando, tal como se muestra en la realización ilustrada, los primeros medios 11 de accionamiento y los segundos medios 12 de accionamiento están situados de forma equidistante con respecto a los extremos 3, 4. El travesaño adicional 2 tiene, por ejemplo, una sección tubular cuadrangular cerrada.

5 Los elementos 7, 8 de fijación están dispuestos para bloquear los extremos 3, 4 del travesaño adicional 2 con respecto a las partes externas 52, 53 del travesaño 51. Cada elemento 7, 8 de fijación comprende un cuerpo 7a, 8a en forma de caja de forma alargada, dispuesto transversalmente con respecto al travesaño adicional 2 y dotado de un asiento pasante 7b, 8b que es adecuado para alojar y bloquear los extremos respectivos 3, 4 del travesaño adicional 2. El cuerpo 7a, 8a en forma de caja está fijado a la parte externa 52, 53 respectiva del travesaño 51 por una placa 7c, 8c de fijación que se extiende toda la anchura del lado posterior 55.

Por ejemplo, la placa 7c, 8c de fijación está atornillada al travesaño 51.

15 Debe observarse que, debido a que las mismas son adyacentes a los montantes 62, 63, las partes 52, 53 de conexión del travesaño 51 no sufren una deformación por torsión y, por lo tanto, constituyen un soporte rígido al que el sistema 1 de compensación puede transmitir las fuerzas de reacción generadas al accionar los medios 11, 12 de accionamiento.

El sistema comprende además un elemento 6 de soporte fijado a una parte intermedia 5 de dicho travesaño adicional 2 y dispuesto para alojar los medios 11, 12 de accionamiento.

20 El elemento 6 de soporte comprende además un cuerpo 6a en forma de caja respectivo dispuesto transversalmente con respecto al travesaño adicional 2 y dotado de un asiento pasante 6b respectivo que aloja y bloquea la parte intermedia 6.

El elemento 6 de soporte no está fijado al travesaño 51, sino que está separado de su pared posterior 55, por ejemplo, unos pocos centímetros.

25 A los extremos opuestos del elemento 6 de soporte están fijados los primeros medios 11 de accionamiento y los segundos medios 12 de accionamiento, respectivamente, que actúan sobre la parte central 54 del travesaño 51 en una parte superior 55a y en una parte inferior 55b del lado posterior 55, respectivamente.

30 Los primeros medios 11 de accionamiento y los segundos medios 12 de accionamiento comprenden, por ejemplo, unos cilindros hidráulicos respectivos, que tienen en la realización mostrada un eje horizontal, es decir, paralelos con respecto a la tercera dirección X, y del tipo de efecto único. Los cilindros hidráulicos están dispuestos sustancialmente entre el elemento 6 de soporte y el travesaño 51 y están fijados de manera que ejercen las fuerzas F_c de compensación. De forma específica, el cilindro hidráulico de los primeros medios 11 de accionamiento trabaja a tracción y tiende a desplazar la parte superior 55a del travesaño 51 hacia el elemento 6 de soporte, mientras que el cilindro hidráulico de los segundos medios 12 de accionamiento trabaja a compresión y tiende a desplazar la parte inferior 55b del travesaño 51 alejándolo del elemento 6 de soporte. Los cilindros hidráulicos son, por ejemplo, del tipo de efecto único.

35 Evidentemente, el número de cilindros hidráulicos de los primeros medios 11 de accionamiento y de los segundos medios 12 de accionamiento puede ser superior a uno, siendo el funcionamiento del sistema 1 de compensación sustancialmente el mismo. Los cilindros hidráulicos también pueden ser del tipo de doble efecto para ejercer fuerzas de compresión o de tracción de forma selectiva sobre el travesaño 51.

40 Tal como se muestra de forma detallada en la Figura 5, que ilustra una sección del travesaño 51 y del sistema 1 de compensación a lo largo del plano central H del travesaño, los primeros medios 11 de accionamiento y los segundos medios 12 de accionamiento ejercen en una configuración de trabajo sobre el lado posterior 55 del travesaño 51, en la parte central 54 del mismo, unas fuerzas F_c de compensación respectivas que tienen igual intensidad y sentidos opuestos, a efectos de generar sobre el travesaño 51 un par M_c de compensación. De forma específica, debe observarse que la fuerza F_c de compensación ejercida por el cilindro hidráulico (que trabaja a tracción) de los primeros medios 11 de accionamiento en la parte superior 54a del travesaño 51 y la fuerza F_c de compensación ejercida por el cilindro hidráulico (que trabaja a compresión) de los segundos medios 12 de accionamiento en la parte inferior 54b del travesaño 51 son fuerzas paralelas, de igual intensidad y en una dirección opuesta que, dispuestas a la primera distancia d_1 , generan el par M_c de compensación, que tiende a girar el travesaño 51 en el sentido de las agujas del reloj, haciendo referencia a la Figura 5.

45 Este giro por torsión (en el sentido de las agujas del reloj) creado por el par M_c de compensación puede ser utilizado de forma eficaz para compensar un giro comparable en sentido opuesto (en el sentido contrario al de las agujas del reloj) creado por la fuerza F_{ie} del peso descentrado del cabezal 60 de trabajo. El centro G de gravedad de este último, dispuesto a una segunda distancia d_2 del eje N longitudinal neutral del travesaño 51 (siendo este eje neutral paralelo con respecto al primer eje Y en un estado libre de cargas ideal), genera de hecho un par M_t de carga que provoca al menos un giro del travesaño 51 y, por lo tanto, del cabezal 60 de trabajo. Tal como resulta conocido, después de este giro, el eje W de mecanización deja de ser paralelo con respecto a la segunda dirección Z, es decir,

ortogonal con respecto al plano horizontal de la mesa 65 de soporte. Esta deformación por torsión se muestra de manera exagerada en la Figura 6, que muestra el giro o inclinación al que queda sometido el cabezal 60 de trabajo después de la torsión del travesaño 51.

5 El sistema 1 de compensación comprende además medios de control de tipo conocido y no mostrados, por ejemplo, asociados a una unidad de control de la máquina herramienta 50, a efectos de controlar la intensidad de las fuerzas F_c de compensación ejercidas por los medios 11, 12 de accionamiento, de forma típica, ajustando la presión del fluido que acciona los cilindros hidráulicos.

10 De esta manera, programando de forma adecuada los medios de control, es posible ajustar la intensidad de las fuerzas F_c de compensación no solamente en función del peso del cabezal 60 de trabajo y/o de los accesorios (accesorios de cabezal) montados en el mismo, sino también en función de la posición del mismo a lo largo de la primera dirección Y. De hecho, la torsión del travesaño 51 es máxima cuando el cabezal 60 de trabajo está situado en la parte central 54 y mínima o nula cuando el cabezal 60 de trabajo está situado en las partes 52, 53 de conexión del travesaño 51 conectadas a los montantes 62, 63.

15 Por lo tanto, es posible realizar una compensación óptima de la torsión del travesaño 51 en cada posición de trabajo del cabezal 60 de trabajo, evitando giros del cabezal 60 de trabajo y manteniendo el eje W de mecanización vertical. En la Figura 7 se muestra una posible configuración deformada R (con el cabezal 60 de trabajo girado) que puede adoptar el travesaño 51 si el sistema de compensación de la invención no está activado.

20 Gracias al sistema 1 de compensación de la invención, también es posible corregir y compensar posibles errores de planitud de las guías 57, 58 de deslizamiento del cabezal 60 de trabajo generando giros por torsión adecuados del travesaño 51 en función de la inclinación del eje W de mecanización.

25 De forma similar, también es posible usar el sistema 1 de compensación para variar a voluntad la inclinación del eje W de mecanización y mejorar el rendimiento de las herramientas y/o el acabado superficial de la pieza a trabajar. Por ejemplo, si el cabezal 60 de trabajo comprende un eje dotado de una herramienta de fresado, el sistema 1 puede actuar como un sistema contra trazados para aumentar o disminuir la inclinación del eje de la herramienta (eje Z de mecanización) con respecto a la dirección ortogonal a la dirección de avance, de modo que las cuchillas estén en contacto con la pieza a trabajar solamente en la zona frontal y estén ligeramente separadas de la zona posterior para obtener un mejor acabado superficial.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de compensación para una máquina herramienta (50) que comprende un travesaño (51) de dicha máquina herramienta (50) soportado por montantes (62, 63) y que soporta de forma deslizable un cabezal (60) de trabajo a lo largo de una primera dirección (Y), caracterizado porque comprende un travesaño adicional (2) que tiene extremos opuestos (3, 4) fijados a partes laterales (52, 53) de dicho travesaño (51) junto a dichos montantes (62, 63) y conectado a una parte central (54) de dicho travesaño (51) por medios (11, 12) de accionamiento, estando dispuestos dichos medios (11, 12) de accionamiento para ejercer sobre dicha parte central (54) al menos un par de fuerzas (F_c) de compensación que son ajustables y tales que generan en dicho travesaño (51) un par (M_c) de compensación que permite limitar y/o controlar el giro y/o inclinación de dicho cabezal (60) de trabajo, de forma específica, siguiendo la deformación por torsión de dicho travesaño (51) provocada por el peso de dicho cabezal (60) de trabajo.
- 10 2. Sistema según la reivindicación 1, en el que dicho par de fuerzas (F_c) de compensación son ajustables en función de la posición de dicho cabezal (60) de trabajo a lo largo de dicha primera dirección (Y) y/o del peso de dicho cabezal (60) de trabajo y de los accesorios montados en el mismo y/o de errores de planitud de medios (57, 58) de guía de dicho travesaño (51) que soportan de forma deslizable dicho cabezal (60) de trabajo.
- 15 3. Sistema según la reivindicación 1 o 2, en el que dichos medios de accionamiento comprenden primeros medios (11) de accionamiento y segundos medios (12) de accionamiento fijados a una parte intermedia (5) de dicho travesaño adicional (2) a una primera distancia (d_1) recíproca a lo largo de una dirección sustancialmente ortogonal con respecto a dicha primera dirección (Y) para ejercer sobre dicho travesaño (51) dicho par de fuerzas (F_c) de compensación que son paralelas, de igual intensidad y de sentido opuesto.
- 20 4. Sistema según la reivindicación 3, en el que dichos primeros medios (11) de accionamiento y dichos segundos medios (12) de accionamiento comprenden cilindros hidráulicos respectivos.
- 25 5. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos extremos (3, 4) de dicho travesaño adicional (2) están fijados a un lado posterior (55) de dicho travesaño (51) y dichos medios (11, 12) de accionamiento actúan sobre el mismo, siendo dicho lado posterior (55) opuesto a un lado frontal (56) que tiene los medios (57, 58) de guía para soportar de forma deslizable dicho cabezal (60) de trabajo.
- 30 6. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos primeros medios (11) de accionamiento ejercen sobre dicha parte central (54) una fuerza (F_c) de compensación respectiva que es adecuada para acercar dicho travesaño (51) a dicho travesaño adicional (2) y dichos segundos medios (12) de accionamiento ejercen sobre dicha parte central (54) una fuerza (F_c) de compensación respectiva que es adecuada para alejar dicho travesaño (51) de dicho travesaño adicional (2).
- 35 7. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichas fuerzas (F_c) de compensación están dispuestas sustancialmente en un plano (A) que es vertical y sustancialmente ortogonal con respecto a dicha primera dirección (Y), de forma específica, en un plano central (H) de dicho travesaño (51).
- 40 8. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un elemento (6) de soporte fijado a una parte intermedia (5) de dicho travesaño adicional (2) y dispuesto para alojar y soportar dichos medios (11, 12) de accionamiento.
- 45 9. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende elementos (7, 8) de fijación dispuestos para bloquear dichos extremos (3, 4) de dicho travesaño adicional (2) con respecto a dichas partes laterales (52, 53) de dicho travesaño (51).
10. Sistema según la reivindicación 9, en combinación con la reivindicación 8, en el que dicho travesaño adicional (2) tiene una sección tubular cerrada y dicho elemento (6) de soporte y dichos elementos (7, 8) de fijación comprenden cuerpos (6a, 7a, 8a) en forma de caja respectivos.
11. Máquina herramienta (50) de pórtico dotada de un sistema (1) de compensación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores y del travesaño (51) soportado de manera fija o deslizable por montantes (62, 63) y que soporta de forma deslizable un cabezal (60) de trabajo.

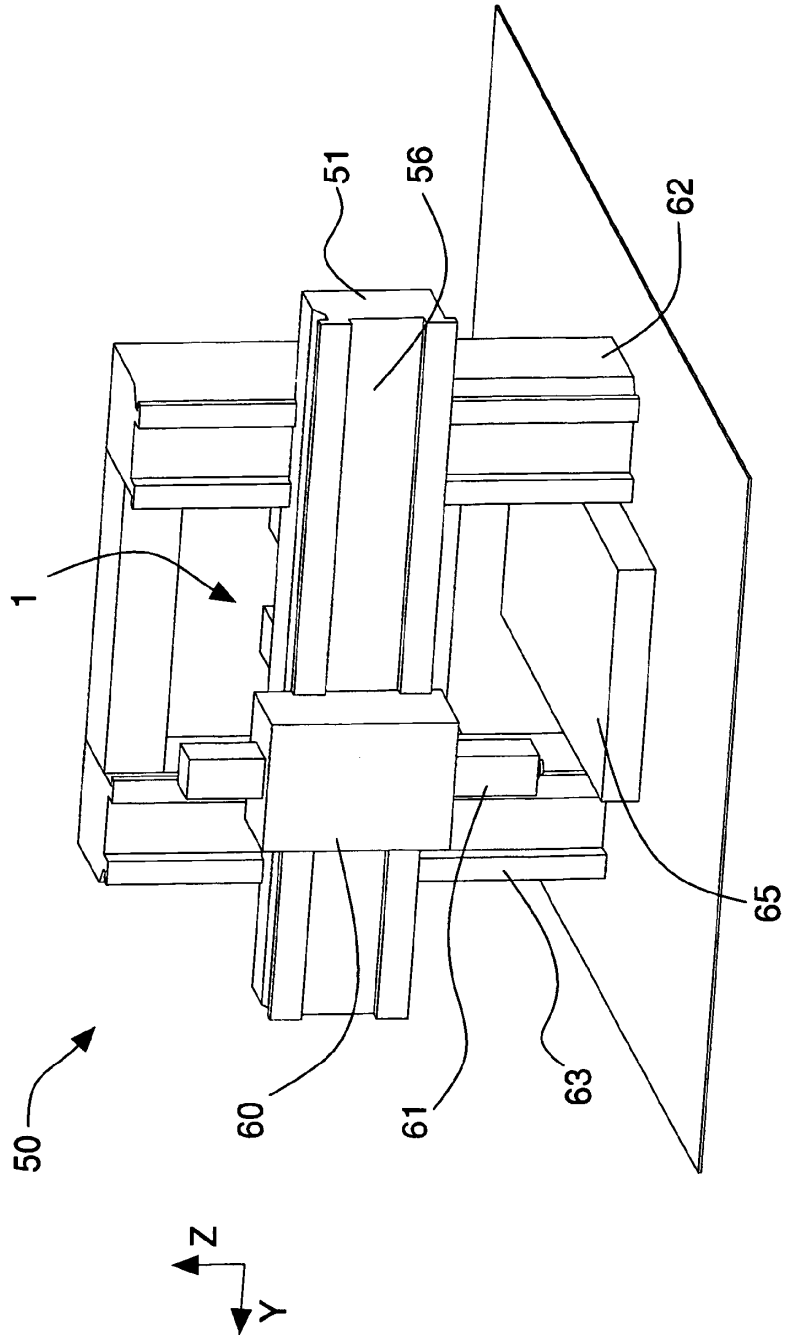
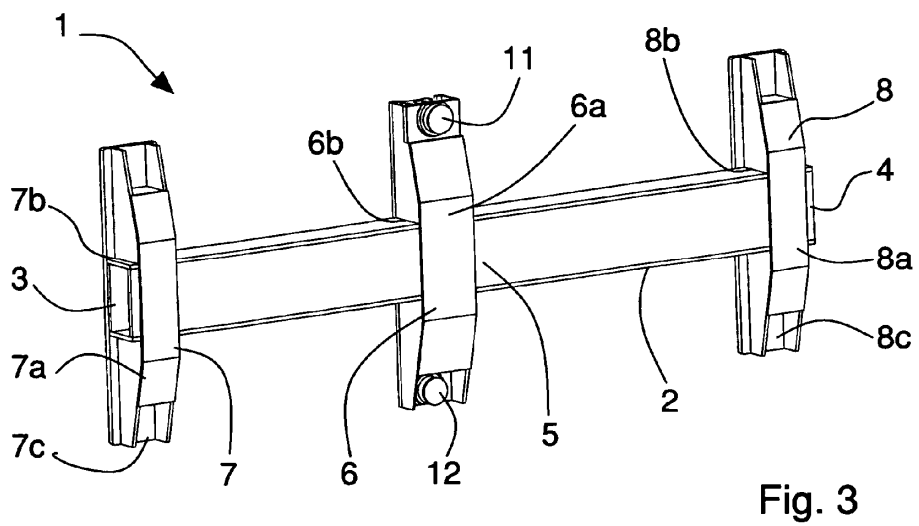
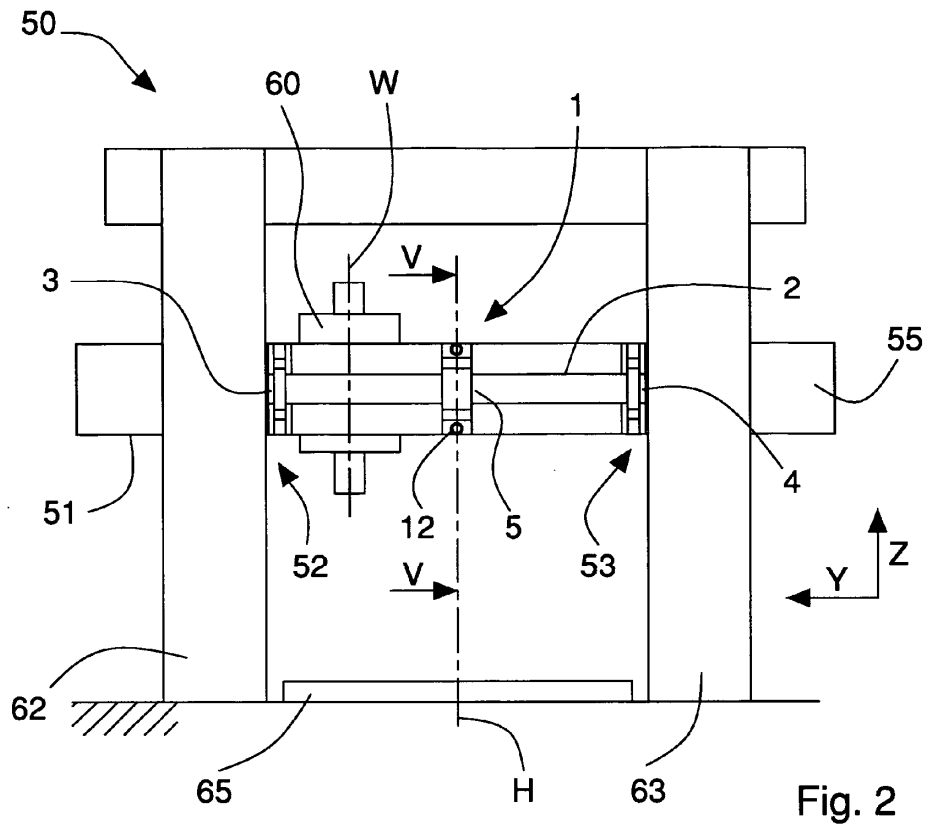


Fig. 1



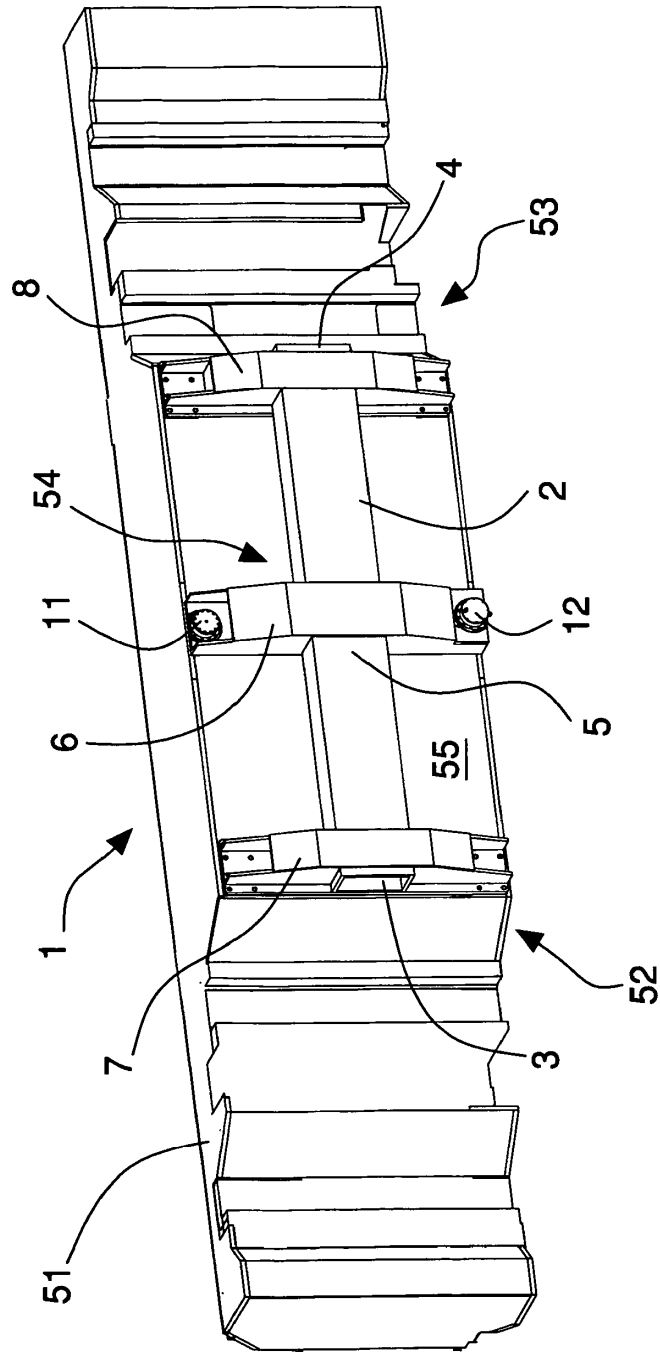
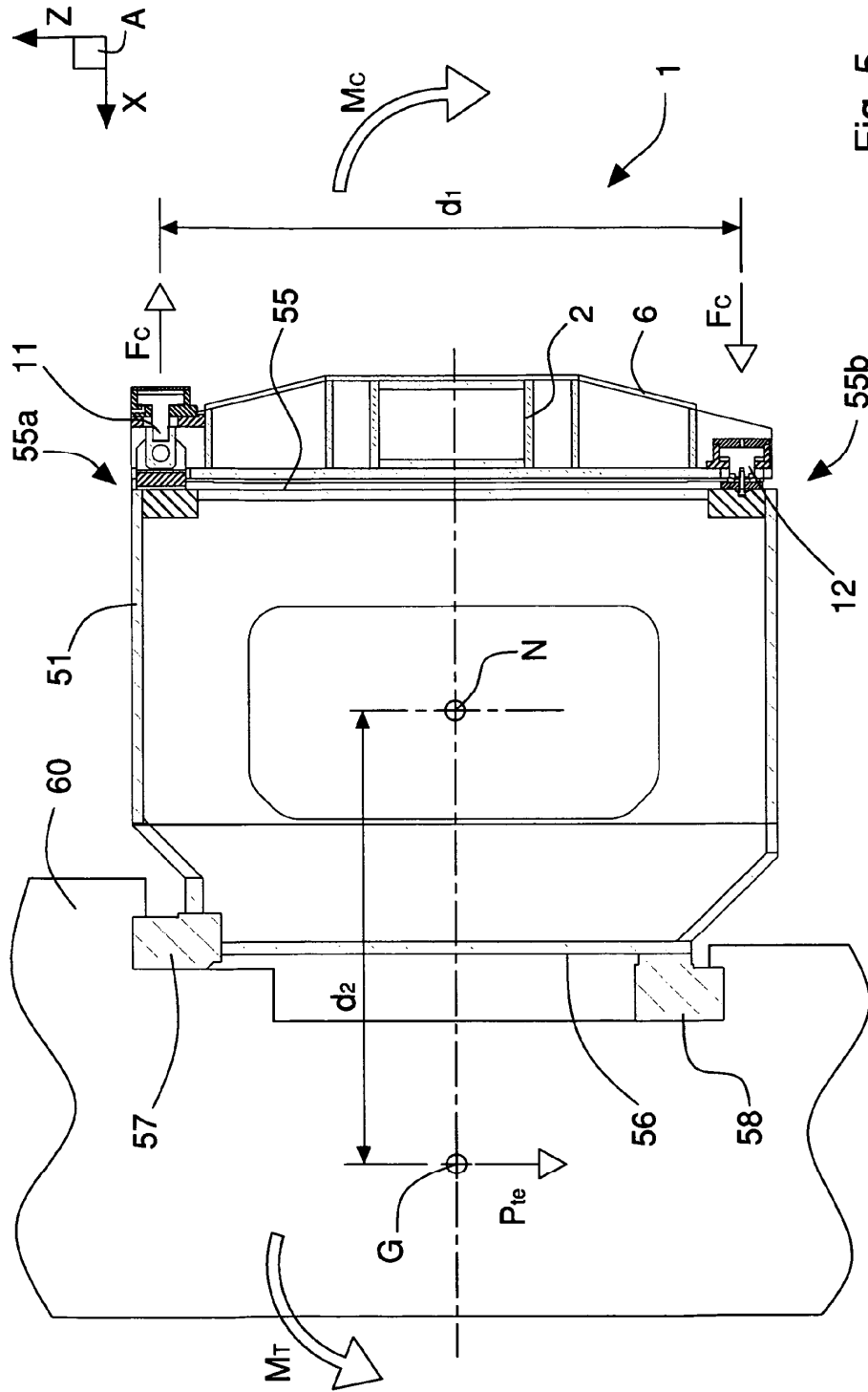


Fig. 4



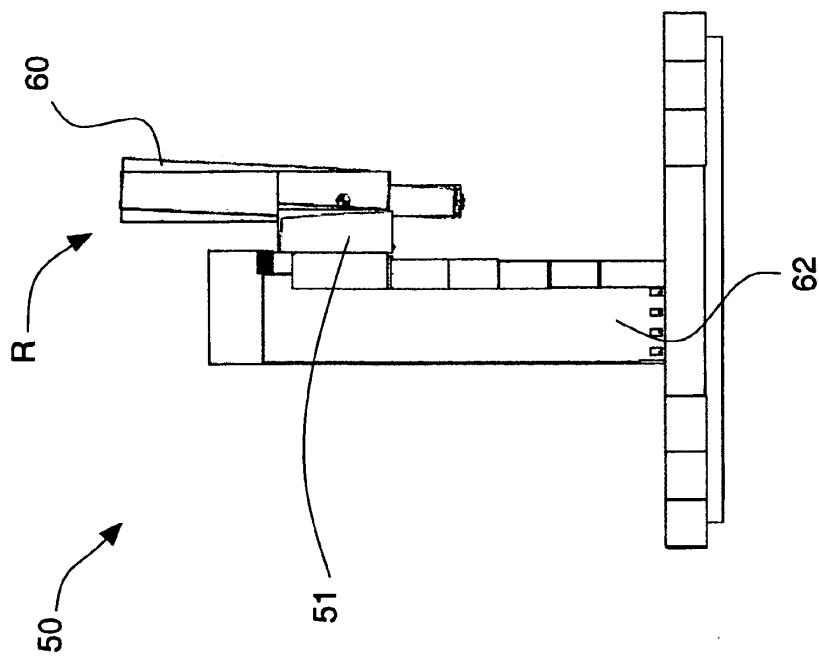


Fig. 6

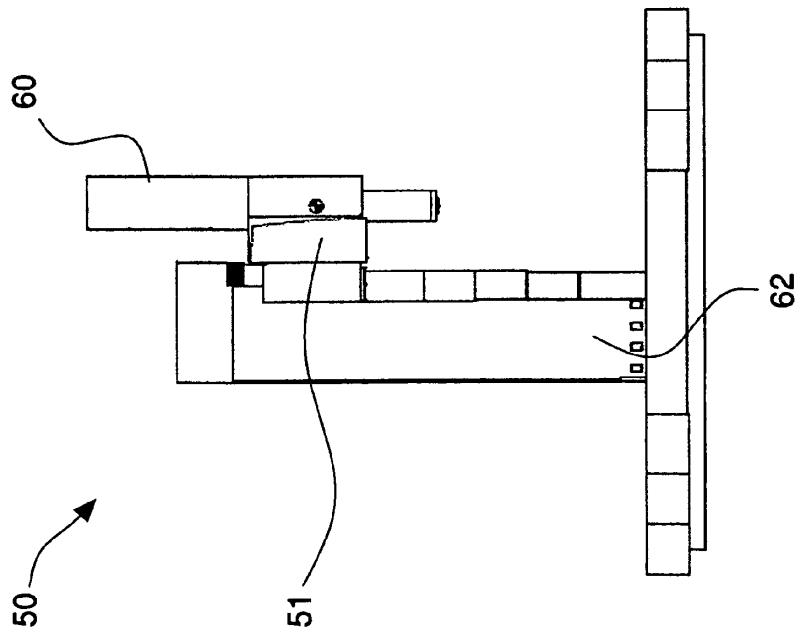


Fig. 7