



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 366 440**

51 Int. Cl.:

**G01B 5/00** (2006.01)

**G01B 7/00** (2006.01)

**G01B 7/12** (2006.01)

**G01B 3/00** (2006.01)

**G01B 7/012** (2006.01)

**G01B 7/34** (2006.01)

**H01R 13/627** (2006.01)

**H01R 13/629** (2006.01)

**H01R 13/639** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05106711 .4**

96 Fecha de presentación : **26.02.1999**

97 Número de publicación de la solicitud: **1591748**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.11.2005**

54

Título: **Cabezal para verificar la dimensión lineal de piezas mecánicas.**

30

Prioridad: **13.03.1998 IT BO98A0157**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**20.10.2011**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**20.10.2011**

73

Titular/es: **MARPOSS SOCIETÀ PER AZIONI**  
**Via Saliceto 13**  
**40010 Bentivoglio, BO, IT**

72

Inventor/es: **Dall'Aglio, Carlo y**  
**Ventura, Luciano**

74

Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 366 440 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

Cabezal para verificar la dimensión lineal de piezas mecánicas

### 5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un cabezal para verificar la dimensión lineal de una pieza mecánica que incluye una estructura de soporte con una caja de forma sustancialmente prismática que define una ranura y un eje geométrico longitudinal, un conjunto de brazo, móvil con respecto a la estructura de soporte, con un brazo, por lo menos parcialmente alojado en la ranura y un palpador acoplado al brazo, para tocar una superficie de la pieza mecánica que se va a verificar, un punto de apoyo localizado entre el brazo y la estructura de soporte, para permitir desplazamientos del brazo con respecto a la estructura de soporte alrededor de un eje transversal, dispositivos de empuje colocados entre el brazo y la estructura de soporte para forzar al palpador hacia la superficie de la pieza que se va a verificar y un transductor, acoplado al brazo y a la estructura soporte, para proporcionar señales que dependen de la posición del brazo con respecto a la estructura soporte.

### 15 Antecedentes técnicos

20 Son conocidos muchos tipos de cabezales de calibración, o de medición, para la inspección de piezas mecánicas en bancos, líneas tr nsfer o en el transcurso del mecanizado en máquinas-herramienta en aplicaciones del tipo denominado "en proceso". Uno de tales cabezales se muestra en la patente US - A - 4279079

Aunque los cabezales conocidos aseguran un buen comportamiento en cuanto se refiere a la repetibilidad y a la fiabilidad, están generalmente dedicados a tipos específicos de aplicaciones y no permiten una amplia flexibilidad de utilización.

25 En otras circunstancias, aunque los cabezales sean adecuados para una serie de aplicaciones, requieren operaciones largas, caras y laboriosas de equipamiento con nuevas herramientas.

30 Los dispositivos de transductor de los cabezales conocidos, por ejemplo de transformador diferencial de tensión lineal, o del tipo de medio puente, con devanados y núcleo mutuamente móviles tienen un comportamiento lineal en un área extremadamente limitada de desplazamiento entre el núcleo y los devanados, permitiendo por lo tanto gamas limitadas de mediciones. Además, estos dispositivos transductores tienen una estructura que es delicada y particularmente sensible a las variaciones de temperatura que causan derivas indeseadas, conocidas como "derivas térmicas" en el transcurso del funcionamiento de los cabezales.

35 Los cabezales conocidos también incluyen cables eléctricos que permiten el envío de señales desde los transductores asociados a las unidades de proceso y conectadores en el extremo libre de los cables. Los conectadores de los cabezales conocidos tienen elementos pensados para ser acoplados unos a otros, por ejemplo, por medio de un acoplamiento roscado, que requieren un cuidado particular por parte del operario para conseguir el bloqueo y el cierre hermético apropiados.

40 La patente americana US - A - 4377911 se refiere a un instrumento de medición de contornos que, de forma similar a los cabezales de calibración anteriormente mencionados conocidos, incluye un brazo móvil que transporta un palpador que toca el contorno que se va a medir, medios de punto de apoyo, dispositivos de empuje y un transformador diferencial de transducción de los movimientos del brazo. Dentro de una caja del instrumento, una leva excéntrica puede ser girada controlada por un motor, a fin de entrar en contacto y empujar un pasador transversal fijado al brazo móvil.

45 También son conocidos aparatos que comprenden bastidores para sostener estos cabezales, por ejemplo, soportes para sostener estos cabezales, por ejemplo, soportes para sostener y referenciar un par de cabezales en aplicaciones para la verificación de diámetros. Los cabezales pueden estar acoplados al soporte de un modo ajustable, tanto mutuamente como con respecto al soporte. Los aparatos de este tipo se utilizan, por ejemplo, para la verificación del diámetro de piezas en el transcurso del mecanizado en máquinas-herramienta, en concreto en máquinas rectificadoras. Las piezas componentes del aparato, en concreto los cabezales de calibración, pueden estar sometidas a colisiones accidentales e indeseables, que ocurren frecuentemente en especial en el entorno del taller en donde existen aplicaciones del tipo "en proceso". Estas colisiones pueden alterar la posición de verificación de los cabezales, además de causar daños a los propios cabezales.

### 60 Descripción de la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar un cabezal de calibración o medición para verificar las dimensiones lineales de piezas mecánicas que garantice elevados grados de repetibilidad y precisión, sea particularmente fiable, versátil y barato, superando de ese modo las desventajas de los cabezales conocidos.

65

Es otro objeto de la invención proporcionar piezas componentes para cabezales de calibración, en particular transductores y conectadores, que contribuyan a mejorar el comportamiento de los cabezales y a reducir los costes de fabricación y hagan su utilización extremadamente simple y flexible.

5 Todavía otro objeto de la invención es proporcionar aparatos de verificación que utilicen cabezales de calibración o de medición que, mientras garanticen elevados grados de repetibilidad y precisión, sean particularmente seguros y flexibles de utilizar y sólo necesiten operaciones de ajuste fáciles y rápidas.

10 Es también otro objeto de la presente invención proporcionar un procedimiento para la verificación de dimensiones lineales implantado por medio de un aparato con por lo menos un cabezal de calibración o de medición que sea particularmente simple y flexible de utilizar.

15 Es todavía un objeto adicional de la invención proporcionar un aparato de verificación con por lo menos un cabezal de calibración o de medición y medios para la conexión a una unidad de proceso que sea particularmente fiable, compacto y se pueda substituir fácil y rápidamente.

Estos y otros objetos se consiguen con el cabezal que se define en la reivindicación 1.

#### Breve descripción de los dibujos

20 La invención se describirá ahora con más detalle con referencia a las hojas adjuntas de dibujos, proporcionados a título de ejemplo no limitativo, en los que:

25 La figura 1 es una vista axonométrica de la caja del cabezal de acuerdo con la invención.

La figura 2 es una vista en sección transversal de un cabezal de acuerdo con la invención, comprendiendo la caja de la figura 1, con algunos detalles representados en vista y en el transcurso de la verificación de una pieza.

30 La figura 3 es una vista del cabezal representado en la figura 2, tomada a lo largo de la dirección indicada por la flecha III en la figura 2, con algunos elementos omitidos en atención a la simplicidad, en particular la cubierta 130, el palpador 27 y el soporte asociado 26.

35 La figura 4 es una vista del cabezal representado en la figura 2, que corresponde a aquél representado en la figura 3, en el cual también se han omitido la aleta 55 y el tornillo de bloqueo 56.

La figura 5 es una vista del cabezal representado en la figura 2, tomada a lo largo de la dirección indicada por la flecha V en la figura 2.

40 La figura 6 es una vista axonométrica a mayor escala de un componente del cabezal de acuerdo con la invención.

La figura 7 es una vista a mayor escala de un componente parcialmente representado en la figura 2.

45 Las figuras 8 y 9 son vistas en sección transversal parcialmente cortadas del componente representado en la figura 7, a lo largo de las líneas VIII-VIII y IX-IX de la figura 7, respectivamente.

La figura 10 es una vista lateral parcialmente cortada, de acuerdo con una orientación diferente, del componente de la figura 7, a lo largo de la dirección indicada por la flecha X en la figura 7.

50 La figura 11 es una vista en sección transversal parcialmente cortada del componente representado en la figura 10, a lo largo de la línea XI-XI de la figura 10.

La figura 12 es una vista lateral parcialmente cortada de un componente del cabezal, de acuerdo con una realización diferente de la invención con respecto a la de la figura 10.

55 La figura 13 es una vista en sección transversal parcialmente cortada del componente representado en la figura 12, a lo largo de la línea XIII-XIII de la figura 12, con algunos detalles representados en vistas.

60 La figura 14 muestra esquemáticamente un diagrama de un circuito, que representa un transductor utilizado en el cabezal representado en la figura 2.

La figura 15 es una vista en sección longitudinal de un detalle del cabezal de acuerdo con una realización diferente de la invención.

65 La figura 16 es una vista en sección longitudinal de un detalle del cabezal de acuerdo con otra realización diferente de la invención.

La figura 17 es una vista en sección longitudinal de un primer aparato de acuerdo con la invención, con algunos detalles representados en vista y en el transcurso de la verificación de una pieza.

5 La figura 18 es una vista en sección transversal parcialmente cortada del aparato representado en la figura 17, a lo largo de la línea XVIII-XVIII de la figura 17.

La figura 19 es una vista lateral de un segundo aparato de acuerdo con la invención.

10 La figura 20 es una vista en sección transversal parcialmente cortada del aparato representado en la figura 19, a lo largo de la línea XX-XX de la figura 19.

La figura 21 es una vista posterior de un tercer aparato de acuerdo con la invención.

La figura 22 es una vista en sección longitudinal, a una escala ligeramente reducida, del aparato representado en la figura 21, a lo largo de la línea XXII-XXII de la figura 21, con algunos detalles representados en vista y en el transcurso de la verificación de una pieza.

15 La figura 23 es una vista posterior de un cuarto aparato de acuerdo con la invención.

La figura 24 es una vista lateral del aparato representado en la figura 23, a lo largo de la dirección indicada por la flecha XXIV de la figura 23, con algunos detalles representados en sección y en el transcurso de la verificación de una pieza.

20 La figura 25 es una vista posterior de un aparato de acuerdo con la invención, que presenta algunas modificaciones respecto al cuarto aparato de la figura 23.

La figura 26 es una vista lateral del aparato representado en la figura 25, cuando se mira en la dirección de la flecha XXVI de la figura 25, con algunos detalles representados en sección y en el transcurso de la verificación de una pieza.

25 La figura 27 es una vista lateral de un quinto aparato de acuerdo con la invención, representado en el transcurso de la verificación de una pieza.

La figura 28 es una vista en sección longitudinal a mayor escala de un detalle del aparato representado en la figura 27, tomada a lo largo de la línea XXVIII-XXVIII de la figura 30.

La figura 29 es una vista en sección longitudinal que corresponde a la vista de la figura 28, de acuerdo con otra posición de trabajo del aparato.

30 La figura 30 es una vista desde arriba, con algunos elementos representados en sección, del detalle de la figura 28, cuando se mira en la dirección de la flecha XXX de la figura 28.

La figura 31 es una vista lateral de un sexto aparato de acuerdo con la invención, representado en el transcurso de la verificación de una pieza.

35 La figura 32 es una vista en sección transversal del aparato de la figura 31, tomada a lo largo de la línea XXXII-XXXII de la figura 31.

La figura 33 es una vista lateral de un aparato de acuerdo con la invención, que presenta algunas modificaciones con respecto al sexto aparato de la figura 31. Y

La figura 34 es una vista en sección transversal del aparato de la figura 33, tomada, a parte de algunos detalles, a lo largo de la línea XXXIV-XXXIV de la figura 33.

40 Mejor modo de llevar a cabo la invención

El cabezal representado en las figuras 1 – 6, en concreto un cabezal de calibración 1, comprende una estructura de soporte y protección con una caja de acero 3, substancialmente de forma prismática, en particular una forma de paralelepípedo, que definen un eje geométrico longitudinal.

45 La caja 3 tiene una ranura 12, con una disposición substancialmente longitudinal, y una cara anterior 5, una cara superior 6, una cara inferior 7 y una cara posterior 8 con agujeros y orificios para acceder a la ranura 12. En particular, un orificio alargado 15 está definido en la cara superior 6 y un orificio central 16 está definido en la cara anterior 5.

Un conjunto de brazo móvil comprende un brazo 20 que está parcialmente alojado en la ranura 12 de la caja 3 y dispuesto substancialmente paralelo al eje geométrico longitudinal de la caja 3. El brazo 20 incluye una primera parte extrema 21 colocada en el interior de la caja 3, con dos alas transversales 22 y 23 (representadas en la figura 4), una parte intermedia 24 y una segunda parte extrema 25, que atraviesa el orificio central 16 de la cara anterior 5 y transporta, en el exterior de la caja 3, un soporte 26 para un palpador 27.

Un punto de apoyo 30 (también representado detalladamente a una escala mayor en la figura 6) está acoplado en la caja 3 y el brazo móvil 20 para permitir los desplazamientos giratorios limitados del brazo 20 alrededor de un eje transversal. Comprende un elemento deformable que consiste en tres láminas de acero 31, 32 y 33, permanentemente fijadas a dos bloques 34 y 35 fabricados de, por ejemplo, una aleación de cinc. El moldeo por inyección a presión es un proceso adoptado para obtener esta fijación permanente entre elementos fabricados de materiales diferentes, sin embargo se pueden considerar otros tipos de procesos (por ejemplo, soldadura).

El proceso de moldeo por inyección a presión para fijar permanentemente las láminas 31, 32 y 33 a los bloques 34 y 35 se consigue insertando las láminas 31, 32 y 33 en una matriz en la cual se inyecta después el material fundido requerido para conseguir los bloques 34 y 35. Por lo tanto, las láminas 31, 32 y 33 permanecen fijadas a este material una vez se enfríe. Además, las láminas 31, 32 y 33 pueden definir agujeros - en las áreas pensadas para mantenerse inmersas en el material fundido - que garantizan adicionalmente la estabilidad de la fijación.

Cuando el punto de apoyo 30 está en condiciones de reposo, los dos bloques 34 y 35 están substancialmente paralelos uno con respecto al otro y las láminas 31, 32 y 33 forman, por ejemplo, ángulos de 45 grados con los bloques 34 y 35. Las láminas 31 y 33 son substancialmente coplanares, mientras que la lámina 32 forma un ángulo de aproximadamente 90 grados con las otras dos láminas 31 y 33. En esencia, las láminas 31, 33 por un lado y la 32, por el otro, descansan en dos planos (por ejemplo, dos planos mutuamente perpendiculares) de un haz de planos definidos por una línea recta que representa el eje de giro del brazo 20.

El bloque 34 está acoplado a la parte intermedia 24 del brazo 20 por medio de dos tornillos 40, mientras el bloque 35 está acoplado a una superficie interior de la caja 3 en una posición que corresponde a la cara 7, por medio de otros dos tornillos 41 (representados en la figura 5). El bloque 34, representado en las figuras 2 y 6, tiene una forma tal que la parte para el acoplamiento del brazo 20 tiene una extensión bastante limitada en dirección longitudinal, asegurando de ese modo un mejor comportamiento del punto de apoyo 30 minimizando la transmisión de tensiones desde el brazo 20 al punto de apoyo 30.

La estructura y la disposición del punto de apoyo 30 permiten al brazo 20 realizar desplazamientos giratorios limitados, pero precisos alrededor del anteriormente mencionado eje de rotación, que es perpendicular al eje geométrico longitudinal de la caja 3 y paralelo a las caras superior e inferior 6 y 7, respectivamente.

Dispositivos de limitación mecánica comprenden elementos de tope límite fijos en la ranura 12 de la caja 3, adaptados para cooperar con las superficies superior e inferior de las alas transversales 22 y 23, respectivamente, para limitar los desplazamientos giratorios del brazo 20 en ambos sentidos. En concreto, un tornillo 50 está roscado dentro de la ranura 12 en la cara inferior 7 de la caja 3 y atraviesa un orificio adecuado en el ala 22, de tal manera que los desplazamientos giratorios del brazo móvil 20, en el sentido contrario a las agujas del reloj (con referencia a la figura 2) están limitados por el contacto que ocurre entre la superficie superior del ala 22 y la cabeza del tornillo 50. Un elemento roscado, o perno, 51 se representa en la figura 2 aunque descansa en el exterior del plano de la sección transversal de la figura 2, y también se representa en la figura 4 en líneas discontinuas. El perno 51 está también fijado en la ranura 12 en la cara inferior 7 de la caja 3 y tiene un extremo libre que, al tocar la superficie inferior del ala 23, limita los desplazamientos giratorios del brazo móvil 20 en el sentido de las agujas del reloj, con referencia a la figura 2. La posición del tornillo 50 y la del perno 51 se pueden ajustar accediendo a través de agujeros adecuados, localizados en la cara inferior 7 de la caja 3 y herméticamente cerrados mediante tapones asociados 13 y 14 (representados en la figura 5).

Un elemento conformado plano y alargado, o aleta, 55 está acoplado al brazo 20 por medio de un tornillo 56. Como se representa en la figura 2, el brazo 20 tiene un perfil conformado con partes de la superficie sobresalientes. En particular, el acoplamiento de la aleta 55 se hace en una parte extrema de la aleta 55 y en una parte de la superficie sobresaliente del brazo 20 cerca del área de acoplamiento del punto de apoyo 30. De este modo, la aleta 55 se coloca ella misma en una posición substancialmente paralela a la superficie superior (con referencia a la figura 2) de la primera parte extrema 21 del brazo 20.

Un dispositivo de empuje comprende un resorte de retorno 60, acoplado al brazo móvil 20 y a la caja 3 por medio de dispositivos de enganche y ajuste asociados para forzar al palpador 27 contra la superficie de la pieza mecánica 2 que se va a verificar. En concreto, estos dispositivos de enganche y ajuste comprenden un primer y un segundo elemento de enganche 61 y 62, respectivamente, fijados a los extremos de los resortes 60 y acoplados al brazo móvil 20 de la caja 3, respectivamente.

Con mayor detalle, el primer elemento de enganche 61 tiene una forma substancialmente cilíndrica con una parte alargada que coopera con un asiento asociado del brazo 20 en la entrada de un agujero pasante 59 y una parte que transporta el extremo asociado del resorte 60 y está alojado en el agujero pasante 59. La fuerza de tracción del resorte 60, ajustable como se describe más adelante, asegura la cooperación entre el primer elemento de enganche 61 y el brazo 20.

El segundo elemento de enganche 62 tiene una superficie exterior substancialmente cilíndrica (más particularmente, una sección transversal cuadrada) y un agujero axial roscado y se aloja en un asiento 9 de la cara inferior 7 de la caja 3. El asiento 9 tiene una sección transversal cilíndrica y un cuello de guía 63 con una sección transversal cuadrada para evitar los giros axiales del segundo elemento de enganche 62. Adicionalmente, los dispositivos de enganche y ajuste comprenden un tornillo de ajuste 64 acoplado al agujero axial roscado del segundo elemento de enganche 62 y alojado en el asiento 9 de tal forma que la cabeza del tornillo 64 está dispuesta en una parte de sección transversal alargada, que se apoya contra las superficies transversales del asiento 9. La acción de guiado del cuello 63 permite aplicar al elemento de enganche desplazamientos de translación (para variar la desviación del resorte 60) accionando – desde el exterior de la caja 3 (como se representa en la figura 5) – para girar la cabeza del tornillo de ajuste 64. Una junta anular 65 está dispuesta entre la cabeza del tornillo 64 y la entrada del asiento 9 para cerrar herméticamente el asiento 9.

Un dispositivo de retracción, accionado neumáticamente, para llevar el brazo 20 a una posición inactiva de ajuste previo, comprende un fuelle 70, alojado en un asiento pasante 10 en la cara inferior 7 de la caja 3. El fuelle 70 está fabricado de material plástico, por ejemplo poliuretano, pero puede estar fabricado de caucho o de metal. El fuelle 70, que se puede insertar en el asiento 10 o se puede quitar desde el exterior de la caja 3, tiene un extremo abierto y alargado para alojarse en una ranura en la entrada del asiento 10, en la cara 7. Una cubierta substancialmente plana 71 también está insertada en el asiento 10 y fuerza el extremo del fuelle 70 para cerrar herméticamente el asiento 10. La cubierta 71 está acoplada a la caja 3 por medio de dos tornillos 72 que bloquean partes diametralmente opuestas de su corona (figura 5).

El extremo opuesto del fuelle 70 está libre y tiene una pared de cierre 73 en la superficie exterior de la cual está acoplado, por ejemplo mediante adhesivo, en un área central, un elemento de tope límite anular 74. Una pieza cilíndrica que se prolonga 76, integral con el brazo 20, tiene unas dimensiones de tal forma que coopera con un asiento cilíndrico 75 del elemento de tope límite anular 74. La cubierta 71 tiene un agujero pasante acoplado con los conductos de un circuito neumático conocido que comprende una fuente de aire comprimido y conductos asociados, esquemáticamente representados en la figura 2 e identificados con los números de referencia 79 y 80, respectivamente.

Un transductor inductivo 90, del tipo de “medio-puente” con múltiples devanados, representado en una vista en la figura 2, y a una escala mayor en vistas en sección transversal en las figuras 7, 8 y 9, comprende un par de devanados 92, cada uno de ellos dividido en dos secciones y un núcleo 91 fabricado de material ferromagnético. El núcleo 91 está fijado a un vástago 93 que está acoplado al brazo 20 de un modo ajustable. En concreto, el vástago 93 está roscado dentro de un agujero roscado 28 localizado en la parte extrema 21 del brazo 20.

Cada sección del devanado 92 está alojada en uno de los cuatro asientos anulares de una bobina 95 fabricada a partir de un material que tiene una sensibilidad particularmente baja a las variaciones térmicas (por ejemplo “cristales líquidos” o Polímero de Cristal Líquido – LCP – Liquid Cristal Polymer).

El acoplamiento del devanado 92 a la bobina 95 no contempla la utilización de adhesivo, facilitando de ese modo las operaciones de montaje y evitando cualquier posible efecto negativo debido a las dilataciones térmicas a las que está sometido el adhesivo.

La bobina 95 está acoplada a un soporte hueco 100, en concreto está dispuesta en el interior de un primer alojamiento de acero, o camisa, 101, entre las superficies tope límite interiores en los extremos de la camisa 101. Con más detalle, en la disposición ilustrada, la posición de la bobina 95 se bloquea mediante la corona extrema libre 102 de la camisa 101 adecuadamente plegada por mecanizado mecánico contra una superficie extrema substancialmente en cono truncado de la bobina 95. Este tipo de acoplamiento es particularmente simple, fiable y fácilmente automatizable. La fiabilidad se mejora especialmente con respecto a los dispositivos conocidos porque, debido al hecho de que requiere materiales adicionales – como agentes de adherencia – para su acoplamiento, y puesto que estos materiales están sometidos a cambios indeseados de volumen, las variaciones térmicas que experimenta el dispositivo pueden causar desplazamientos entre los componentes del transductor.

Un segundo alojamiento 105 – fabricado, por ejemplo, de bronce – del soporte hueco 100 para la bobina 95 tiene dos piezas dispuestas en direcciones substancialmente perpendiculares. Una pieza 106 está acoplada a la camisa 101 mediante partes plegadas, la otra pieza 107 tiene una sección transversal en forma de C (representada en la figura 9) y bloquea los extremos de un cable 110 de conductores eléctricos no representados en las figuras. Una placa de soporte 111 está bloqueada entre los alojamientos primero y segundo (101 y 105), respectivamente, del

soporte hueco 100 y transporta un circuito integrado al cual están conectados, en un lado el devanado 92 y en el otro a los conductores eléctricos del cable 110.

Una protección 117 protege la parte extrema del cable 110, el segundo alojamiento de placa de metal 105 y la parte extrema de la camisa 101.

5 La camisa 101 está alojada en un asiento pasante 11 en la cara inferior 7 de la caja 3 y tiene – en el exterior – un reborde 103 con una superficie que, cooperando con la superficie correspondiente a la entrada del asiento 11, define la posición y permite el acoplamiento del soporte hueco 100 por medio de dos tornillos 104 que bloquean áreas diametralmente opuestas del reborde 103 (como se representa en la figura 5). Además, la superficie exterior de la  
10 camisa 101 tiene un asiento para una junta de forma toroidal, o “anillo tórico”, 118 que, manteniéndose presionada entre la camisa 101 y la superficie interior del asiento 11, garantiza el cierre hermético del acoplamiento.

La camisa 101 puede tener una forma diferente con respecto a la ilustrada, por ejemplo, el reborde 103 puede no estar incluido. En este caso la fijación y el ajuste de su posición en el asiento 11 se pueden realizar, por ejemplo, por medio de un tornillo de fricción que – atravesando un agujero en la cara posterior 8 de la caja 3 (no representado en las figuras) – toca la superficie de la camisa 101 y la bloquea en la posición deseada.

15 La disposición de los componentes del transductor inductivo 90 es tal que el núcleo 91 se aloja en el interior del devanado 92 y puede realizar (junto con el vástago 93) desplazamientos limitados substancialmente de translación cuando se desplaza el brazo 20.

20 La protección 117 se puede conseguir mediante un proceso de sobremoldeo. Este proceso es conocido por sí mismo y substancialmente consiste en el moldeo de un material plástico, por ejemplo poliuretano, para englobar las piezas que se pretende recubrir (es decir, en la disposición ilustrada la pieza extrema de la camisa 101, el alojamiento de placa de acero 105 y un extremo de cable 110). Este proceso consigue, en esencia, una pieza única no desmontable. Puesto que la funda del cable 110 también está fabricada de poliuretano, el proceso de sobre moldeo proporciona una fusión con protección 117 que garantiza el cierre hermético del acoplamiento.

25 Un dispositivo de empuje adicional comprende dos imanes permanentes 121 (sólo se representa uno en la figura 2), fijados en la ranura 12 de la caja 3 en la cara inferior 7, con polaridad opuesta, colocados uno al lado del otro en una dirección que es substancialmente paralela al eje de rotación definido por el punto de apoyo 30. Los imanes 121 están encarados, con polaridades opuestas, a áreas del brazo 20, por ejemplo cerca del resorte de retorno 60, y aplican al brazo 20 (fabricado de material ferromagnético) una fuerza de atracción magnética que se añade a la acción del resorte 60 para forzar al palpador 27 hacia la pieza 2 que se va a verificar. Puesto que los dos imanes  
30 121 están dispuestos con polaridades opuestas, el flujo magnético que generan los entrelaza – a través de las correspondientes áreas del brazo 20 – y las áreas de la caja 3 a la cual están acoplados y no aplican acción alguna a las otras piezas componentes del cabezal 1.

35 La ranura 12 puede estar rellena de un líquido viscoso, en particular aceite (por ejemplo, aceite de silicio, caracterizado por una viscosidad elevada y substancialmente constante) pensado para cooperar con las superficies transversales de la aleta 55, en el transcurso de los desplazamientos del brazo 20, para amortiguar estos desplazamientos. Dependiendo de los requisitos de la aplicación específica del cabezal 1, el efecto de amortiguamiento, generalmente requerido para la verificación de piezas con superficies ranuradas, se puede modificar fácilmente reemplazando la aleta 55 con otra aleta que tenga una forma diferente, en particular superficies transversales que tengan una extensión diferente.

40 El acoplamiento concreto de la aleta 55 a una parte extrema y en una zona del brazo 20 cerca del punto de apoyo 30, asegura que las fuerzas generadas por el aceite que coopera con la aleta 55 no produzcan tensiones indeseables en piezas componentes delicadas del cabezal 1, en particular el núcleo 91 del transductor acoplado al brazo 20 y que substancialmente descargan en el eje de rotación, evitando de ese modo afectar negativamente al funcionamiento del cabezal 1.

45 La estructura de soporte y protección comprende una cubierta 130 que está fijada, por medio de tornillos no representados en las figuras, a la cara superior 6 de la caja 3 para cerrar herméticamente el orificio 15 que proporciona acceso a la ranura 12. La cubierta 130 tiene dos agujeros con los tapones asociados 131 y 132 para la inserción del aceite de amortiguamiento en la ranura 12. Uno de los agujeros y su tapón asociado 132 están dispuestos en el vástago 93 que transporta el núcleo 91 del transductor 90 permitiendo de ese modo accionar desde  
50 el exterior de la caja 3 para ajustar la posición del núcleo 91 en el interior del devanado 92. Una junta de forma toroidal 133 (o “anillo tórico”) está sujeta entre la cubierta 130 y la caja 3 y consigue el cierre hermético del acoplamiento entre la cubierta 130 y la caja 3.

Dos juntas de cierre hermético flexibles, de forma tubular 134 y 135 se fijan de un modo conocido en asientos anulares del brazo 10 y la caja 3 en el orificio central 16.

Las juntas 134 y 135 están fabricadas de un tipo particular de caucho que es resistente a la abrasión y resistente a temperaturas elevadas (por ejemplo, HNBR, o nitrilo hidrogenado) para proteger el interior del cabezal 1 de las virutas metálicas que pueden causar daños.

5 Una cubierta 136 está acoplada a la cara frontal 5 de la caja, por ejemplo, por medio de tornillos, no representados en las figuras.

10 Un identificador electrónico programable, o “transpondedor”, 140 está alojado en un asiento en la cara inferior 7 de la caja. El transpondedor 140 comprende un sistema de identificación de radiofrecuencia de un tipo conocido que permite, con la ayuda de instrumentos apropiados (por ejemplo una unidad de lectura/escritura magnética conectada con una unidad de proceso), insertar y detectar datos de identificación del cabezal 1 (por ejemplo un número de código) y otros datos de otra naturaleza (por ejemplo los ajustes realizados en el cabezal 1, o información relativa a las operaciones de asistencia técnica).

15 Los conductores eléctricos del cable 110, que – como se ha descrito anteriormente – están conectados al devanado 92, tienen extremos opuestos acoplados a un primer elemento 147 de un conector 146, representado en las figuras 7, 10 y 11. Un segundo elemento 148 del conector 146 está conectado, de un modo conocido y no representado en las figuras, con una unidad de proceso 81 y acoplado al primer elemento 147 para caracterizar la conexión eléctrica entre el transductor inductivo 90 y la unidad de proceso 81.

20 Los elementos primero y segundo 147 y 148 del conector 146 tienen alojamientos 149 y 150 y elementos centrales en forma de cilindro 151 y 152, respectivamente, que transportan los terminales del conductor de un tipo conocido (por ejemplo, enchufes macho y enchufes hembra, no representados en los dibujos en atención a la simplicidad y la claridad) que cooperan unos con otros para conseguir la conexión eléctrica. Una parte del elemento 152 con un diámetro menor y una superficie interior del alojamiento 149 definen un asiento cilíndrico hueco 153 que aloja la parte extrema correspondiente con una sección transversal menor 154 del alojamiento 150. Dos juntas anulares, o “anillos tóricos”, 155 y 156 están parcialmente alojados en asientos anulares en la parte extrema 154 del alojamiento 150 y presionados contra las superficies interiores del asiento 153 para lograr el cierre hermético del acoplamiento entre los elementos (147 y 148) del conector 146.

30 Los alojamientos 149 y 150 para los componentes del conector 146 tienen superficies exteriores substancialmente cilíndricas y un primer y un segundo par de pasadores 157 y 158, respectivamente, cada uno sobresaliendo de su superficie exterior asociada y alineados en dirección diametral. Un dispositivo de bloqueo/desbloqueo rápido entre los elementos 147 y 148 del conector 146 comprende un elemento de bloqueo elástico conformado 159 (representado sólo en las figuras 10 y 11), fabricado, por ejemplo, de alambre plegado de acero para resortes, con una forma substancialmente simétrica con respecto a un plano longitudinal, con dos chaveteros extremos 160 acoplados a los pasadores 158, dos partes de enganche plegadas 161 para cooperar de un modo elástico con superficies de agarre de los pasadores 157 y una parte central de unión 162 colocada entre las partes de bloqueo. La parte de unión 162 está adecuadamente plegada para definir una palanca de accionamiento 163 que en un lado está en contacto con la superficie del primer elemento 147 y en el otro lado tiene un extremo de unión plegado dispuesto separado de esa superficie.

40 En la disposición de bloqueo representada en las figuras 10 y 11, el empuje elástico aplicado por el elemento conformado 159 a los pares de pasadores 157 y 158 mantiene los elementos 147 y 148 del conector 146 sujetos uno contra el otro, asegurando por lo tanto la estabilidad de la conexión eléctrica. La disposición de bloqueo representada en las figuras 10 y 11 se consigue de un modo particularmente simple y rápido, forzando manualmente el elemento conformado 159 que, girando alrededor de un eje substancialmente definido por el par de pasadores 158, se deforma elásticamente hasta que ocurre el enganche entre las partes de enganche plegadas 161 y los pasadores 157. El desbloqueo se consigue de un modo igualmente simple y rápido, sin que exista la necesidad de utilizar herramienta alguna, accionando en el extremo de la palanca de accionamiento 163 para deformar elásticamente el elemento conformado 159 y desacoplar las partes de enganche plegadas 161 de los pasadores 157.

Una protección 164, conseguida por sobremoldeo, recubre una pieza del primer elemento 147 y el extremo del cable 110 conectado al mismo y está parcialmente insertada en el alojamiento 149. Una junta de cierre hermético anular, o “anillo tórico”, 165 está dispuesta entre la protección 164 y la superficie interior del alojamiento 149.

50 La estructura del conector 146 con el elemento de bloqueo conformado 159 y la disposición de las juntas anulares 155 y 156 permiten las operaciones rápidas y seguras de bloqueo/desbloqueo y aseguran el cierre hermético entre los elementos 147 y 148. La última característica es particularmente importante considerando la presencia de refrigerantes en la aplicación del cabezal 1 en una máquina-herramienta para realizar verificaciones en el transcurso del mecanizado de piezas.

Evidentemente, el acoplamiento del elemento conformado 159 se puede modificar con respecto a lo que ha sido ilustrado y descrito aquí, por ejemplo, los chaveteros 160 se pueden acoplar a pasadores 157 fijados al primer elemento 148 del conector 146 y las partes de enganche plegadas 161 se pueden adaptar para que cooperen con los pasadores 158. Con este propósito, la forma de los pares de pasadores 157 y 158 pueden variar con respecto a lo que ha sido ilustrado aquí (con referencia a las figuras 7 y 10).

El conjunto que comprende el cable 110 y, unido a los extremos del cable 110 por medio de protecciones 117 y 164, el soporte hueco 100 con el devanado 92 en un lado y el primer elemento 147 del conector 146 en el otro lado, en esencia forman un elemento integral 166 para la conexión eléctrica (figura 7) que se puede insertar (y desmontar) fácilmente en un aparato que comprende el cabezal 1 y la unidad de proceso 81.

De hecho, las operaciones requeridas para la inserción y el acoplamiento – en la posición correcta – del soporte hueco 100 en la caja 3, como se ha descrito anteriormente, son particularmente simples y rápidas. Incluso el acoplamiento y el bloqueo de los dos elementos 147 y 148 del conector 146 por medio de los elementos representados en las figuras 10 y 11 es fácil y rápido, además de ser seguro y proporcionar rigidez. La posibilidad de una inserción rápida del elemento integral 166, representada en la figura 7, es un aspecto que contribuye a hacer el aparato particularmente flexible y permite, por ejemplo, montar de un modo intercambiable elementos que comprenden el devanado 92 (y la bobina asociada 95 y el soporte hueco 100) de diferentes longitudes para variar la gama de las mediciones del cabezal 1.

Las figuras 12 y 13 muestran esquemáticamente un conector 146' con un dispositivo de bloqueo/desbloqueo rápido que incluye algunas características constructivas ligeramente diferentes con respecto al de las figuras 7, 10 y 11. En particular, un elemento de bloqueo 159' está fabricado, por ejemplo, a partir de una lámina cortada y plegada (por ejemplo una lámina de acero) y tiene chaveteros extremos 160' articuladamente acoplados a pasadores 158', partes de enganche 161' y una parte central de unión 162' que define una palanca de accionamiento 163'. Un primer elemento 147' del conector 146' difiere substancialmente del elemento 147 representado en la figura 7 en que el elemento central de forma cilíndrica 151' (que se representa en vista en la figura 13) está acoplado en el interior del alojamiento 149' y elementos elásticos 167 (por ejemplo un par de resortes conformados en láminas que están también representados en vista en la figura 13) están dispuestos entre el elemento 151' y el extremo del fondo del alojamiento 149' en donde está conectado el cable 110. Los elementos elásticos 167 tienen orificios, no representados en los dibujos, que permiten acoplar adecuadamente los conductores eléctricos del cable 110 al elemento 151'. El alojamiento 149' del elemento 147' tiene una superficie exterior substancialmente cilíndrica y una prolongación anular 168 con dos ranuras en pendiente opuestas 169 y entallas 157', las últimas definiendo superficies de sujeción adaptadas para cooperar con las partes de enganche 161' del elemento de bloqueo 159'. Un segundo elemento 148' del conector 146' es substancialmente similar al elemento 148 de las figuras 7 a 10 e incluye los pasadores antes citados 158'.

Las operaciones de bloqueo y desbloqueo de los conectadores 146 y 146' son substancialmente las mismas y son igualmente rápidas y seguras. En particular, de acuerdo con la realización de las figuras 12 y 13, los elementos 147' y 148' del conector 146' se bloquean forzando uno contra otro y girando el elemento conformado 159' alrededor del eje definido por los pasadores 158' hasta que las partes de enganche 161', después de haber acoplado las ranuras en pendiente 169, se bloquean en las entallas 157'. Durante esta operación, los elementos elásticos 167 se tensan previamente y – durante y después del acoplamiento entre las partes de enganche 161' y las entallas 157' – aplican una fuerza de tracción elástica entre los elementos 151' y 152' que mantiene los elementos 147' y 148' sujetos uno contra el otro.

En esencia, el dispositivo de bloqueo/desbloqueo caracteriza una acción de sujeción elástica que es aplicada en el conector 146 por el elemento conformado 159 de la figura 10 y en el conector 146' por los elementos elásticos 167 de la figura 13. Por supuesto, aunque se hayan representado dos resortes 167 en la figura 13, uno o un número diferente de elementos elásticos pueden aplicar la misma clase de acción elástica.

Evidentemente, cuando se utiliza el conector 146', el elemento 147' puede ser una pieza de un elemento integral que corresponde al elemento 166 de la figura 7. En un elemento integral de este tipo, el cable 110 se puede unir al elemento 147' por medio de una protección obtenida a través de un proceso de sobremoldeo, o mediante una unión permanente conocida diferente.

El funcionamiento del cabezal 1, por ejemplo para la verificación de una pieza 2 en el transcurso del mecanizado en una máquina-herramienta de control numérico, es como sigue.

Antes de desplazar el cabezal 1 y la pieza 2 que se va a verificar uno hacia la otra de un modo conocido, a fin de evitar que el palpador 27 colisione contra las superficies de la pieza 2, o con otros obstáculos en la carrera de aproximación, el brazo 20 se desplaza a una posición inactiva en la cual el palpador 27 está alejado de la posición de funcionamiento. Con este propósito, el dispositivo de retracción se activa haciendo que fluya aire, procedente de la fuente 79, dentro del fuelle 70, pasando a través de los conductos 80 y el agujero en la cubierta 71. La presión aplicada por el aire causa la extensión del fuelle 70 hasta que ocurra el contacto entre el elemento de tope límite

anular 74 y la pieza cilíndrica que se prolonga 76 fijada al brazo 20, en el asiento 75. La extensión adicional del fuelle 70 fuerza al brazo 20 a girar oponiéndose de ese modo a la acción del resorte 60 y a la de los imanes 121 hasta que la cabeza del tornillo 50 se apoya contra la superficie superior del ala 22, definiendo de ese modo la posición inactiva del brazo 20. Cuando el brazo 20 está en esta posición, el cabezal 1 y la pieza 2 que se va a verificar se aproximan a fin de llevar la última a la posición de verificación. Antes de realizar la operación de verificación real, el dispositivo de retracción se desactiva, reduciendo progresivamente la presión de aire en la fuente 79 y el fuelle 70 vuelve a la condición de retraído (representada en la figura 2) que no interfiere con los desplazamientos de medición del brazo 20, forzando de ese modo al aire en el fuelle a fluir fuera a través de los conductos 80. La recuperación elástica del fuelle 70 al parar el flujo de aire comprimido se garantiza por la forma y el material a partir del cual está fabricado el fuelle. En el caso de que el fuelle 70 sea substituido por otro fuelle que, a pesar de una forma y una constitución idénticas, no sea capaz de garantizar una recuperación elástica idéntica a una condición de acortado, se puede prever un resorte de retorno, dispuesto, por ejemplo, entre los pliegues del fuelle, exterior o interior al mismo.

Cuando el dispositivo de retracción se desactiva y la pieza 2 está en una posición de verificación, la fuerza de tracción aplicada por el resorte 60 causa que el brazo 20 gire en el sentido de las agujas del reloj (con referencia a la figura 2) y el palpador 27 es forzado contra la superficie de la pieza 2.

Dependiendo de la posición que el palpador 27 asuma, y como consecuencia el brazo 20, el núcleo 91 – sostenido por el vástago 93 – adoptará la correspondiente posición concreta con respecto al devanado 92 del transductor 90. Las señales eléctricas proporcionadas por el transductor 90 son indicativas de la posición mutua del núcleo 91 con respecto al devanado 92 y, consecuentemente, de la posición adoptada por el palpador 27 con respecto al ajuste a cero previamente ajustada cuando se llevan a cabo las operaciones requeridas para el ajuste a cero contra una pieza maestra. Estas señales son enviadas por el transductor 90, a través de los conductores del cable 110, a la unidad de proceso 81 que compara los valores de las mediciones con los valores nominales de la pieza 2 previamente memorizados. La unidad de proceso 81 se puede conectar, por ejemplo, al control numérico de la máquina-herramienta para la retroalimentación de la máquina, en otros términos para verificar el mecanizado sobre la base de las dimensiones de la pieza 2 medidas por el cabezal 1. El transductor 90, como ya se ha mencionado, es del tipo “HBT”, “Transductor de medio puente”, que es insensible a las variaciones en longitud del cable 110. En concreto, el transductor 90 es un transductor de medio-puente basado en múltiples devanados, también conocido como transductor “HBT multidevanado”, de acuerdo con una técnica que contempla la apropiada división de los devanados en dos o más secciones, la utilización de un núcleo de la longitud adecuada y la obtención de una gama de linealidad del transductor que sea particularmente amplia con respecto a las dimensiones totales del transductor. La figura 14 muestra esquemáticamente una posible disposición del par de devanados 92, conectados en serie, cada uno dividido en dos secciones, y la del núcleo 91 del transductor 90. Por medio de los conductores del cable 110, los devanados 92 son alimentados aplicando a cada uno de los terminales extremos A y C, una tensión alterna con respecto a masa, las dos tensiones siendo idéntica una a la otra y en oposición de fase. La tensión con respecto a masa en el terminal intermedio B tiene en consecuencia teóricamente una amplitud nula en la posición central del núcleo y una amplitud variable a medida que varía la posición del núcleo 91. Las variaciones de la amplitud son detectadas, por medio de los conductores del cable 110, por la unidad de proceso 81.

También es posible alimentar los devanados 92 con una única tensión alterna entre los terminales A y C. En este caso, la tensión con respecto a masa en el terminal B en la posición central del núcleo 91 tiene un valor de la amplitud conocido distinto de cero (por ejemplo, idéntico a la mitad de la tensión del suministro de energía). En el transcurso del mecanizado de la pieza 2, el brazo móvil 20, forzado por el resorte 60, se coloca él mismo en posiciones angulares diferentes (con referencia a la figura 2 realiza, por ejemplo, un desplazamiento giratorio limitado en el sentido de las agujas del reloj). En consecuencia, la tensión del resorte 60 varía así como la fuerza que este resorte aplica al brazo 20 (“fuerza de medición”), en particular con cabezales de amplia gama de medición. La diferente cantidad de la fuerza de medición en las diversas fases de verificación puede afectar negativamente al funcionamiento correcto del cabezal 1 debido a las diferentes tensiones y deformaciones que esta fuerza causa sobre la superficie de la pieza 2 que se va a verificar y sobre las piezas componentes del cabezal. En esas aplicaciones del cabezal 1 que contemplan la verificación de piezas con superficies cilíndricas ranuradas, el palpador 27 toca alternativamente porciones de la superficie angularmente separadas una de otra cayendo, entre una parte y la siguiente - debido a la ausencia de contacto con la superficie – una cantidad que depende directamente de la fuerza de tracción que el brazo 20 experimenta. Cuando se hace contacto otra vez con la parte cilíndrica de la superficie siguiente, el palpador 27 colisiona contra la superficie que limita lateralmente esta parte cilíndrica.

Por lo tanto, si el resorte 60 aplica fuerzas de diferente entidad al brazo 20, el palpador 27 cae cantidades diferentes y en consecuencia colisiona en puntos diferentes y de ese modo causa posibles respuestas diferentes en la operación siguiente del cabezal 1.

Por consiguiente, por esta razón, la cantidad total de fuerza (“fuerza de medición”) aplicada al brazo 20 se mantiene substancialmente constante gracias a la acción de los imanes 121 en las áreas correspondientes frente al brazo 20. De hecho, las fuerzas aplicadas por el resorte 60 y los imanes 121 varían en sentido opuesto a medida que varía la posición angular del brazo 20. En concreto, con referencia a la disposición representada en la figura 2, los

desplazamientos giratorios limitados en el sentido de las agujas del reloj que experimenta el brazo 20 en el transcurso del mecanizado de la pieza 2 causa una aproximación entre la parte del brazo 20 a la cual está acoplado un extremo del resorte 60 y las superficies interiores de la ranura 12 de la caja 3 a las cuales está acoplado el otro extremo del resorte 60 y en donde están dispuestos los imanes 121. Por consiguiente, la tensión del resorte de  
 5 retorno 60 decrece progresivamente y, con ella la fuerza aplicada por el resorte 60 al brazo 20. Al mismo tiempo, la distancia entre los imanes permanentes 121 y las áreas del brazo 20 encaradas a los mismos decrece y la fuerza de atracción magnética aplicada por los imanes 121 al brazo 20 aumenta. Debido al hecho de que, como ya se ha mencionado, las fuerzas aplicadas por el resorte de retorno 60 y por los imanes 121 fuerzan al palpador 27 contra la superficie de la pieza 2, es posible escoger y disponer los imanes 121 de tal manera que las variaciones de  
 10 intensidad de signo opuesto permitan una compensación substancial de toda la fuerza de medición aplicada al brazo 20.

El cabezal 1', representado parcialmente en la figura 15, es substancialmente idéntico al representado en las figuras 1-6, aparte del dispositivo de retracción. De hecho, el fuelle 70 (representado en la figura 2) no está dispuesto en el asiento 10, y el dispositivo de ajuste 170, que define un eje de ajuste longitudinal asociado, está acoplado a la cara posterior 8 de la caja 3 en una posición que corresponde a un agujero pasante 17. El dispositivo de ajuste 170 comprende un cilindro hueco 171, exteriormente dispuesto con respecto a la caja y un pistón de colocación que se puede ajustar 172 (representado en la figura 15 sólo parcialmente en sección transversal), alojado en el cilindro 171, que puede realizar desplazamientos de translación a lo largo del eje longitudinal del dispositivo 170. El pistón 172 tiene una superficie de apoyo en pendiente 173, en un extremo dispuesto dentro de la caja 3, que coopera con un extremo 29 de la parte extrema 21 del brazo 20 (representado en vista en la figura 15). Un elemento de accionamiento incluye un tornillo 174 que atraviesa un agujero pasante 175 del cilindro 171 y está acoplado, por medio de un acoplamiento roscado que se puede ajustar, al otro extremo del pistón de colocación 172. Una cubierta cilíndrica hueca 176 con un agujero de acceso colocado centralmente 177 está acoplada exteriormente al cilindro 171 y empotra la cabeza del tornillo 174 permitiendo de ese modo que realice sólo desplazamientos giratorios  
 15 alrededor de su eje, con respecto al cilindro 171. Un dispositivo de guía para evitar giros axiales substanciales entre el pistón 172 y el cilindro 171 comprende un pasador transversal 178 fijado a la superficie interior del cilindro hueco 171 y parcialmente alojado en un chavetero 179 definido en la superficie exterior del pistón de colocación 172.

Utilizando una herramienta adecuada para atravesar el agujero 177 y ajustar la cabeza del tornillo 174, gracias al acoplamiento roscado ajustable entre el tornillo 174 y el pistón 172 y el dispositivo de guía con el pasador 178 y el chavetero 179, es posible girar el tornillo 174 y de ese modo causar los desplazamientos de translación del pistón 172. De este modo, la superficie en pendiente 173 puede ser desplazada para que entre en contacto con el extremo 29 de la parte 21 del brazo 20 y causar que el brazo 20 gire (en el sentido contrario a las agujas del reloj con referencia a la figura 15), hasta que alcance la posición de inactivo definida por el apoyo entre la superficie superior del ala 22 y la cabeza del tornillo 50. Cuando el cabezal 1' está en condiciones normales de trabajo, el pistón 172 – y en consecuencia la superficie en pendiente 173 – está en una posición retraída hacia el exterior de la caja 3, a fin de no interferir con los desplazamientos del brazo 20. En concreto, la posición de la superficie en pendiente 173 se puede establecer de tal manera que defina, gracias al contacto con el extremo 29 del brazo 20 forzado por el empuje del resorte 60, la posición del palpador 27 (no representado en la figura 15 en atención a la simplicidad) cuando el cabezal 1' está en las condiciones de reposo, esto es cuando no ocurre contacto entre el palpador 27 y la pieza 2. En este caso, la acción provista por la superficie en pendiente 173 substituye aquella del perno de tope límite 51 (representada en la figura 15). También se puede considerar la utilización de un dispositivo de ajuste 170 sólo para ajustar la posición del palpador 27 en las condiciones de reposo, como se ha descrito anteriormente, en un cabezal que comprende un dispositivo de retracción con fuelle 70, como el ilustrado en la figura 2.  
 30  
 35  
 40

El dispositivo de ajuste 170 también se puede acoplar a la cara posterior 8 de la caja 3 en una posición substancialmente girada 180 grados alrededor de su eje longitudinal con respecto a la representada en la figura 15. En este caso, la posición de la superficie en pendiente 173 se ajusta para limitar, mediante el contacto que ocurre con el extremo 29 de la parte extrema 21, los giros del brazo 20 en sentido contrario a las agujas del reloj (con referencia a la figura 15) y que define la posición inactiva del brazo 20 a la cual es llevado el brazo 20 mediante un dispositivo de retracción que comprende, por ejemplo, el fuelle 70, representado en la figura 2.  
 45

El cabezal 1'' representado en la figura 16 es similar al representado en la figura 15 y comprende un dispositivo de ajuste 170' con un motor eléctrico 180 acoplado a un pistón 172 para ajustar su posición. Los componentes del dispositivo 170' son substancialmente idénticos a aquellos del dispositivo de ajuste 170 representado en la figura 15, con la excepción del motor eléctrico 180 que comprende un husillo giratorio 181, que tiene un extremo acoplado – a través del agujero de acceso 177 – a la cabeza del tornillo 174. El motor eléctrico 180 está conectado a la unidad de proceso 81 de la cual recibe las señales de accionamiento para desplazar el brazo 20 a la posición inactiva y para ajustar la posición del palpador 27 (no representado en la figura 16 en atención a la simplicidad) cuándo este último está en condiciones de reposo, mediante el desplazamiento de la superficie en pendiente 173 como se describe con referencia a la figura 15. La posibilidad de ajustar automáticamente la posición del palpador 27 bajo las condiciones de reposo, sobre la base de las señales de medición que la unidad de proceso 81 recibe del cabezal 1'', es particularmente ventajoso cuando el cabezal 1'' realiza las verificaciones de piezas con superficies ranuradas. De hecho, en el transcurso de la verificación de estas piezas, como ya se ha descrito, el palpador 27 toca  
 50  
 55  
 60

alternativamente – incluso a frecuencias muy elevadas – partes de la superficie angularmente separadas unas de otras y cae – entre una parte y la siguiente – en una cierta entidad (cuando no hay contacto con la superficie) y experimenta impactos considerables, a lo largo de direcciones substancialmente tangenciales a la superficie de la pieza, cuando se reanuda el contacto. A fin de limitar los efectos negativos de estos impactos, es conveniente que la distancia entre las posiciones en las que el palpador 27 está en la posición de reposo y en contacto con las partes de la superficie sea relativamente pequeña. El cabezal 1'' representado en la figura 16 permite el ajuste dinámico de la posición del palpador 27 en la condición de reposo (esto es cuando no hay contacto con la pieza), dependiendo de las señales de las mediciones enviadas por el cabezal 1'' a la unidad de proceso 81, para limitar de un modo adecuado la distancia anteriormente mencionada y minimizar los efectos de los impactos inevitables. Hay que tener en cuenta que, cuando se verifican piezas con superficies ranuradas, la acción que la aleta 55 (representada en la figura 2) tiene sobre el aceite que rellena la ranura 12 del cabezal es de particular importancia, porque amortigua los desplazamientos del brazo 20 en el transcurso de los pasos repentinos desde las partes de la superficie a las áreas entre ellas y viceversa y evita los rebotes del brazo 20, que ocurren como consecuencia de los impactos anteriormente mencionados.

Son posibles una disposición diferente del dispositivo de ajuste 170' y otras combinaciones con otros dispositivos de retracción (por ejemplo, el fuelle 70) y el dispositivo de limitación (tornillo 50, perno 51) de un modo totalmente idéntico al que ha sido descrito aquí con referencia al dispositivo 170, representado en la figura 15.

Aunque las figuras y la descripción se refieren a los cabezales de calibración 1, 1' y 1'', cabezales de medición que comprendan las características descritas entran también en el ámbito de la invención.

Además, los cabezales de calibración o de medición que incorporan sólo algunas de las características aquí descritas e ilustradas, relativas, por ejemplo, a la estructura del transductor 90 y al conector 146/146' también quedan dentro del ámbito de la invención.

El punto de apoyo utilizado en los cabezales 1, 1' y 1'' de acuerdo con la invención, que consisten en el elemento deformable 30, tiene una estructura particularmente simple, compacta y barata. Además de garantizar desplazamientos extremadamente precisos del brazo 20, el punto de apoyo 30 permite operaciones extremadamente simples y rápidas para el acoplamiento de las piezas recíprocamente móviles (brazo 20 y caja 3).

Los aspectos de fabricación del elemento deformable 30 pueden diferir con relación a lo que ha sido descrito e ilustrado en las figuras. Por ejemplo, el número de láminas se puede reducir a dos (por ejemplo, las láminas 31 y 32, representadas en la figura 6). Además, una de las dos láminas puede tener una forma diferente: en particular, se puede considerar una realización en la que dos láminas coplanares 31 y 33 sean remplazadas por una única lámina con un orificio central para el paso de la lámina 32. Incluso puede ser diferente la disposición de las láminas, puesto que la posición angular mutua y la disposición con respecto a los bloques 34 y 35 pueden variar. En aplicaciones concretas, se puede prever, por ejemplo, un punto de apoyo que comprenda dos láminas mutuamente paralelas permanentemente acopladas a los bloques 34 y 35.

Una característica ventajosa que proporcionan los cabezales anteriormente descritos e ilustrados consiste en la compactidad concreta, en virtud de la ausencia de soportes intermedios y el acoplamiento de los componentes (punto de apoyo, resorte de retorno, elementos del transductor y dispositivos de limitación) directamente a la caja 3. La posibilidad de reducir a un mínimo las dimensiones de la distribución en planta de los cabezales es particularmente ventajosa cuando la disponibilidad de espacio es limitada, por ejemplo, en el caso de las aplicaciones "en proceso", es decir cuando las piezas mecánicas se verifican en el transcurso del mecanizado en la máquina-herramienta.

El aparato representado en las figuras 17 y 18 comprende un primer sistema de soporte y referencia 200 para dos cabezales 1, esencialmente cabezales de calibración similares a aquellos descritos e ilustrados antes aquí, por ejemplo, con referencia a las figuras 1-5. Los cabezales 1 están representados en vista en la figura 17, que ilustra substancialmente la caja 3, los palpadores 27 y los soportes asociados identificados con el número de referencia 26'.

El sistema 200 comprende una estructura estacionaria 205 que incluye una base 206 acoplada, como se representa en la figura 17, a una corredera neumática de un tipo conocido identificada con el número de referencia 199 y un puntal 207 rígidamente acoplado y perpendicular a la base 206. Un lado del puntal 207 (el lado frontal en la figura 17) tiene un asiento alargado 208 que aloja dos bloques prismáticos 209 cada uno transportando un pasador cilíndrico 210 perpendicularmente dispuesto con respecto a dicho lado del puntal 207. Las dimensiones específicas de los bloques 209 permiten que este último deslice con una limitada cantidad de juego en el asiento 208 y los bloques 209 se pueden acoplar en posiciones previamente ajustadas por medio de tornillos 211 que atraviesan el puntal 207 pasando a través de agujeros 212 definidos en el asiento alargado 208. Se pueden prever una pluralidad de pares de agujeros 212 para el acoplamiento de los bloques 209 en una serie de posiciones en el puntal 207.

Los soportes de acoplamiento ajustables 215 están rígidamente acoplados, por ejemplo por medio de tornillos no representados en las figuras, a la cara posterior 8 de los cabezales 1 y cada uno tiene una primera parte 216 para el acoplamiento ajustable a uno de los pasadores cilíndricos 210 y una segunda parte alargada, o brazo de referencia 225 substancialmente dispuesta en dirección paralela al eje geométrico longitudinal del cabezal asociado 1. La primera parte 216 de cada soporte 215 define un agujero 218 para alojar el pasador asociado 210 con una cantidad concreta de huelgo negativo y una rendija 219 que permite variar elásticamente la amplitud del agujero 218 y sujetar, con una cantidad de fuerza que es ajustable accionando un tornillo 220, la primera parte 216 del pasador 210, logrando de ese modo el acoplamiento entre el soporte 215 y el puntal 207 de la estructura estacionaria 205. La fuerza de sujeción definida por el tornillo 220 proporciona un acoplamiento por fricción que permite mantener el cabezal asociado 1 en una posición angular previamente ajustada en el transcurso de las operaciones de verificación y variar esta posición angular, alrededor de un eje definido por el pasador 210, en el transcurso de las operaciones de ajuste a cero, o como consecuencia de impactos que pueda experimentar el cabezal, como se describe aquí más adelante.

Los brazos de referencia 225 comprenden extremos libres conformados 226, substancialmente dispuestos paralelos a los brazos 20 de los cabezales asociados 1, con agujeros 227 que alojan mecanismos ajustables de referencia 228 y tornillos de bloqueo 229 para bloquear la posición de los mecanismos 228 en los agujeros asociados 227. Los dos mecanismos de referencia 228 son idénticos uno al otro y sólo uno (representado en sección transversal en la figura 17) se describe más adelante aquí brevemente. El mecanismo 228 comprende un elemento tubular de guía y referencia 230, insertado en el agujero asociado 227 y sostenido en posición por medio del tornillo de bloqueo 229, que aloja y guía un elemento móvil, en concreto una aguja 231 con una cabeza 232 y un extremo substancialmente en forma de bola 233 que define una parte de apoyo frente al brazo 20 del cabezal 1. Los medios de empuje elástico comprenden un resorte de compresión 234 dispuesto entre el elemento tubular 230 y la cabeza 232 de la aguja 231, mientras que las superficies de apoyo anular 235 y 236 están definidas por una aguja 231 para cooperar con las superficies del elemento tubular 230 y definen una posición de reposo y referencia, respectivamente, de la aguja 231. Una junta de cierre hermético tubular 237 está acoplada entre la cabeza 232 de la aguja 231 y el elemento tubular 230 de un modo conocido que no está representado en la figura 17, en atención a la simplicidad y la claridad.

El aparato representado en la figura 17 se puede utilizar para la verificación del diámetro exterior de una pieza cilíndrica 2' en el transcurso del mecanizado en una máquina rectificadora mediante una muela rectificadora M. Antes de que empiecen las operaciones de verificación, el aparato representado en la figura 17 se ajusta a cero contra una pieza maestra del modo siguiente. Para cada cabezal 1, se ajusta la posición del elemento tubular 230 en el agujero 227 de un modo adecuado accionando el tornillo de bloqueo 229. La elección de esta posición es un aspecto que se hará más evidente en el transcurso de la siguiente descripción.

La pieza maestra se coloca en la posición de verificación y la disposición angular de los cabezales 1 alrededor de los ejes definidos por los pasadores 210 es tal que los palpadores 27 están a una distancia concreta de la superficie de la pieza maestra.

Forzando manualmente las cabezas 232, las agujas 231 se desplazan a las posiciones de referencia definidas mediante el contacto que ocurre entre las superficies 236 y el elemento tubular 230. Forzando adicionalmente las cabezas 232 de las agujas 231 una hacia la otra y aplicando una cierta cantidad de fuerza, se causan giros en sentidos opuestos de los soportes 215 y los cabezales 1 acoplados a los mismos, alrededor de los ejes de los pasadores 210. Los giros son posibles por el acoplamiento por fricción anteriormente descrito aquí.

Cuando cada uno de los palpadores 27 entra en contacto con la superficie de la pieza maestra, se ajusta la posición del brazo asociado 20 con respecto a la pieza maestra y el giro del soporte 215 y del cabezal 1 continua durante una carrera muy corta hasta conseguir el contacto entre el extremo 233 de la aguja 231 y una superficie de tope del conjunto de brazo móvil del cabezal, en particular del soporte 26' del palpador 27. La disposición del brazo 20 con respecto a la caja 3, ajustada de ese modo para cada cabezal 1, corresponde (gracias al acoplamiento del elemento tubular 230 en el agujero adecuadamente escogido 227, como se ha descrito anteriormente) a una configuración de ajuste cero del cabezal 1, esto es una configuración de acuerdo con la cual la posición mutua entre el núcleo 91 y los devanados 92 del transductor 90 se ajusta en una posición cero conocida.

Después de haber definido de esta manera la posición operativa de los cabezales 1, con respecto a la estructura estacionaria 205, en concreto, la disposición angular alrededor de los ejes definidos por los pasadores 210, la fuerza manualmente aplicada a las cabezas 232 de las agujas 231 se elimina. Éstas últimas son forzadas por el empuje de los resortes 234 a adoptar las posiciones retraídas de reposo, definidas por el apoyo entre las superficies 235 y el elemento tubular 230, que son posiciones en las cuales los soportes 26' de los palpadores 27 no tocan las agujas 231 en el transcurso de las operaciones de verificación.

Además, el acoplamiento por fricción con los pasadores cilíndricos 210 permite los desplazamientos giratorios de los cabezales 1 en el caso de que se aplique una fuerza de una cierta entidad a los soportes de acoplamiento asociados 215, por ejemplo, como consecuencia de un impacto accidental que puedan experimentar los cabezales, los

soportes 26' de los palpadores 27 y los soportes de acoplamiento 215, evitando de ese modo cualquier posible rotura o dañado de los diversos componentes interiores y exteriores de los cabezales 1.

El aparato representado en las figuras 19 y 20 comprende un segundo sistema de soporte y de referencia 500 para dos cabezales 1, esencialmente similar a aquellos representados en la figura 17. En este caso también, se representan esencialmente los cabezales 1 se representan en una vista en la que las cajas 3, los palpadores y los soportes asociados, identificados mediante los números de referencia 27' y 26'', respectivamente.

El sistema 500 comprende una estructura estacionaria 505 que incluye una base 506 acoplada, como se representa en la figura 19, a una corredera neumática de un tipo conocido identificada – como en la figura 17 – mediante el número de referencia 199 y un puntal 507 perpendicular a la base 506 y acoplado a la misma. Un bloque de unión 501 está fijado al puntal 507 por medio de tornillos 520 y tiene un agujero pasante transversal 508 que aloja un tornillo 511. Soportes de acoplamiento ajustables 515 están rígidamente acoplados, por ejemplo por medio de tornillos no representados en las figuras, a la cara posterior 8 de los cabezales 1 y cada uno tiene una parte de unión 516 con un agujero pasante 518 para el acoplamiento ajustable al bloque de unión 501. En particular, las partes de unión 516 están dispuestas a ambos lados del bloque de unión 501 de tal manera que los agujeros 518 y 508 están alineados para alojar el perno 511. Una capa de fricción, representada en la figura 20 por medio de una línea negra gruesa 519, está dispuesta entre las superficies mutuamente encaradas de cada parte 516 y el bloque 501. Cada capa 519 se puede conseguir por medio de un tratamiento superficial simple de una de las piezas, por ejemplo la parte de unión 516, incluyendo un rociado en caliente sobre la superficie de una sustancia endurecible como por ejemplo un compuesto de "WIDIA". Una arandela 513 está acoplada al perno 511 en el extremo libre del mismo, éste último estando enclavado en una tuerca 510 que está unida a una llave para tuercas 512 para apretar y aflojar el acoplamiento entre los soportes 515 y el bloque de unión 501. En particular, las dos partes de unión 516 son forzadas contra el bloque de unión 501 por la cabeza del perno 511 en un lado y por la arandela 513 en el otro lado. Un tornillo provisto de una cabeza grande plana 514 está acoplado mediante roscado al extremo libre del perno 511 para mantener la llave para tuercas 512 acoplada a la tuerca 510.

Un mecanismo de referencia ajustable 528 está acoplado a cada cabezal 1 e incluye un primer dispositivo de referencia y un segundo dispositivo de ajuste. Los dos mecanismos de referencia 528 son idénticos uno al otro y sólo uno (representado en detalle en la figura 20) se describe brevemente aquí más adelante. El primer dispositivo de referencia incluye un bastidor 523 fijado a la cara frontal 5 de la caja 3 por medio de tornillos 524 y un percutor substancialmente paralelo al eje geométrico longitudinal del cabezal asociado 1. Un resorte de torsión 534 está dispuesto entre un brazo del elemento percutor 531 y uno de los tornillos 524 para forzar al primero a una posición retraída de reposo contra la superficie de apoyo de un pasador límite 535 fijado al bastidor 523. El elemento percutor 531 se puede girar manualmente alrededor de un eje de articulación desde la posición de reposo anteriormente mencionada para que entre en contacto con la superficie de apoyo de uno de los tornillos 524 en correspondencia con una posición de referencia. El segundo dispositivo de ajuste está acoplado a la parte extrema 25 del brazo 20 y substancialmente incluye un pasador roscado transversalmente ajustable 530, sólo un extremo libre del cual está representado en las figuras 19 y 20, que define una superficie de tope. El elemento 531 define una superficie extrema de referencia 533 adaptada para tocar el pasador roscado 530 durante las operaciones de ajuste a cero del aparato.

El aparato representado en la figura 19 se puede utilizar, por ejemplo, para la verificación durante el proceso del diámetro exterior de una pieza cilíndrica 2', como se ha explicado para el aparato de la figura 17 y se llevan a cabo las correspondientes operaciones de ajuste a cero contra una pieza maestra. Para cada cabezal 1, la posición transversal del pasador roscado 530 se ajusta manualmente de un modo adecuado, de acuerdo con una elección que se hará más evidente en el transcurso de la siguiente descripción.

La pieza maestra se coloca en la posición de verificación y la disposición angular de los cabezales 1 alrededor del eje definido por el agujero 508 del bloque de unión 501 es tal que los palpadores 27 están a una distancia específica de la superficie de la pieza maestra. Después de haber accionado la llave para tuercas 512 para aflojar ligeramente el acoplamiento por fricción entre los soportes 515 y el bloque de unión 501, se aplica manualmente una fuerza a los elementos en forma de L 531 de ambos cabezales 1, y los elementos 531 se desplazan primero a las posiciones de referencia. Aplicando una cantidad adicional de fuerza a los mismos elementos 531 se causan giros en sentidos opuestos de los soportes 515 y de los cabezales 1 acoplados a ellos, alrededor del eje del agujero 508. Cuando cada uno de los palpadores 27 entra en contacto con la superficie de la pieza maestra, se ajusta la posición del brazo asociado 20 con respecto a la pieza maestra y el giro del soporte asociado 515 y del cabezal 1 continua durante una carrera muy corta hasta que se llega al contacto entre la superficie extrema de referencia 533 del elemento 531 y el pasador roscado 530 acoplado al brazo 20. La disposición del brazo 20 con respecto a la caja 3, ajustada de ese modo para cada cabezal 1, corresponde (gracias al acoplamiento de la disposición adecuadamente ajustada del pasador 530, como se ha citado anteriormente) a la configuración de ajuste a cero del cabezal 1, es decir, una configuración de acuerdo con la cual la posición mutua entre el núcleo 91 y los devanados 92 del transductor 90 está ajustada en una posición a cero conocida. Después de haber definido de este modo la posición operativa de ambos cabezales 1, mutuamente y con respecto a la estructura estacionaria 505 y, en concreto, la disposición

angular alrededor del eje definido por el agujero 508, se acciona la llave para tuercas 512 para apretar el acoplamiento y fijar una disposición angular de ese tipo y la fuerza manualmente aplicada a los elementos en forma de L 531 se elimina. Como consecuencia, éstos últimos son forzados contra los pasadores límite pertinentes 535 mediante el empuje de los resortes de torsión 534 para adoptar las posiciones retraídas de reposo.

5 El acoplamiento de fricción entre los soportes 515 y el bloque de unión 501 - obtenido por medio de las capas 519 -  
permite los desplazamientos giratorios de los cabezales 1 con respecto a la estructura estacionaria 505 en el caso  
de que se aplique una fuerza de una cierta entidad a los soportes de acoplamiento asociados 515, por ejemplo,  
como consecuencia de impactos accidentales que puedan experimentar los cabezales 1, los soportes 26' de los  
10 palpadores 27 y los soportes de acoplamiento 515, evitando de ese modo cualquier posible rotura o dañado de los  
diversos componentes interiores y exteriores de los cabezales 1.

El aparato representado en las figuras 21 y 22 comprende un tercer sistema de soporte y referencia 250 para dos  
cabezales 1, substancialmente similares a aquellos representados en las figuras 17 y 19. En este caso también, los  
cabezales 1 se representan en vista y las cajas 3, los palpadores 27 y los soportes asociados, identificados  
mediante el número de referencia 26" están también substancialmente representados.

15 El sistema 250 comprende un soporte de acoplamiento alargado 260 al cual están acoplados los cabezales 1 y una  
estructura estacionaria, o bastidor, 270 a la cual el soporte alargado 260 está acoplado de modo que se puede  
desmontar. Los elementos de bloqueo 251 están rígidamente acoplados, por ejemplo por medio de tornillos no  
representados en las figuras, a la cara posterior 8 de cada cabezal 1 y cada uno tiene una espiga roscada 252,  
20 substancialmente alineada a lo largo del eje geométrico longitudinal del cabezal asociado 1. El soporte alargado 260  
define una dirección principal de distribución en planta y tiene dos chaveteros 261 alineados en esta dirección  
principal de distribución en planta, atravesados por las espigas roscadas 252, bloquean los cabezales 1 a los soportes alargados 260,  
permitiendo de ese modo el ajuste de sus posiciones en los chaveteros asociados 261 en la dirección principal de  
distribución en planta anteriormente mencionada. Además, el soporte alargado 260 comprende un primer pasador  
25 de referencia 262, dispuesto cerca de un primer extremo del soporte 260 (extremo inferior) a lo largo de una  
dirección transversal, en concreto, perpendicular a la dirección principal de distribución en planta. En el extremo  
opuesto del soporte 260 (esto es, el extremo superior) hay acoplados dos pasadores cilíndricos de referencia  
adicionales 263 y 264, respectivamente, con partes superiores planas, alineadas en una dirección paralela a aquella  
30 del primer pasador 262 y un inserto cilíndrico 265 en una posición intermedia entre los dos pasadores segundos de  
referencia 263 y 264.

En la disposición representada en la figura 22, el bastidor 270 comprende una base 271 acoplada a una corredera  
neumática de un tipo conocido identificada - como en las figuras 17 y 17 - mediante el número de referencia 199, un  
puntal 272, rígidamente acoplado a la base 271 y perpendicular a ella y un travesaño 273, acoplado al extremo libre  
del puntal 272, que es substancialmente paralelo a la base 271. El travesaño 273 comprende un asiento del fondo  
35 276, substancialmente en forma de V y un orificio prismático central 277 con un chavetero de acceso 278 en una  
pared lateral del travesaño 273 (la pared que descansa en el plano de la figura 21).

Un dispositivo de empuje comprende una palanca de empuje 280, de una forma substancialmente prismática, con  
un extremo acoplado a la base 271 por medio de una lámina 281 y una corona de resalte 282 en el extremo libre  
opuesto. Cerca de la corona 282, al lado de la palanca 280, hay un par de bolas que definen un asiento de  
40 referencia 283 y en el lado opuesto hay un resalte anular 284. La base 271 tiene un asiento cilíndrico 286, que aloja  
un pasador central de referencia 287 y un agujero roscado 288 para el acoplamiento de un tornillo límite 289, que  
atraviesa un agujero pasante 285 de la palanca de empuje 280 y comprende una cabeza agrandada dispuesta en un  
asiento adecuado de la palanca 280. El resalte anular 284 se aloja en el asiento cilíndrico 286 y está guiado por el  
pasador central de referencia 287, mientras el contacto entre las superficies de la palanca 280 y la cabeza del  
45 tornillo 289 en un lado y el extremo del pasador 287 en el otro lado limitan, en el sentido de las agujas del reloj y en  
el sentido contrario a las agujas del reloj (con referencia a la figura 22), respectivamente, los desplazamientos  
giratorios de la palanca 280 alrededor de un eje transversal definido por la lámina 281. Además, el dispositivo de  
empuje comprende elementos elásticos con resortes de compresión 290, por ejemplo del tipo denominado de  
"copa", alojados en el asiento cilíndrico 286 para forzar la palanca 280 a girar en sentido contrario a las agujas del  
50 reloj, alejándola de la base 271.

En el ejemplo representado en la figura 22, los cabezales 1 verifican el diámetro exterior de una pieza cilíndrica 2"  
en el transcurso del mecanizado en una máquina rectificadora mediante una muela rectificadora M, en una  
aplicación completamente igual a aquella representada esquemáticamente en las figuras 17 y 19. Los cabezales 1  
están acoplados al soporte alargado 260 como se ha descrito aquí antes, en posiciones mutuas adecuadas que  
55 tienen en cuenta las dimensiones inicial y final de las piezas mecanizadas que se van a verificar y la gama de  
medición de los cabezales 1. El soporte alargado 260 está a su vez acoplado - como se describe aquí más adelante  
- al bastidor 270, la posición del cual con respecto a la pieza 2" se puede verificar de un modo conocido y no  
especificado aquí. El extremo superior del soporte 260 está acoplado al travesaño 273 de tal modo que los  
segundos pasadores de referencia 263 y 264 se acoplan en el asiento del fondo 276 mientras el inserto cilíndrico

265 se acopla con un huelgo limitado, a través del chavetero de acceso 278, en el orificio prismático central 277. El extremo inferior del soporte alargado 260 entra en contacto con la palanca de empuje 280, en concreto, el primer pasador de referencia 262 está dispuesto en el asiento de referencia 283 definido por el par de bolas.

De este modo, la posición de los cabezales 1, acoplados al soporte alargado 260, se ajusta y se toma como referencia de un modo extremadamente simple, rápido y preciso, con respecto al bastidor 270. Además, la disposición y la forma específicas de los elementos que consiguen el acoplamiento (pasadores 262, 263, 264 y el inserto 265 por un lado, los asientos 276 y 283, el orificio 277 y el chavetero 278 por el otro lado) y el empuje elástico de la palanca 280 permite que el soporte 260 se libere del bastidor 270 en el caso de que una fuerza de una cierta entidad se aplique al soporte 260, por ejemplo como consecuencia de impactos indeseados que los cabezales 1 pueden experimentar en cualquier dirección, evitando de ese modo la posible rotura o el dañado de las piezas componentes de los cabezales 1. En este caso, el soporte 260 que transporta los cabezales 1 se pueden volver a acoplar al bastidor 270 una vez que la causa que haya determinado la liberación haya desaparecido. Hay que comprender que, en el caso de que el soporte 260 sea liberado del bastidor 270, por ejemplo, debido a un impacto indeseado, las formas, dimensiones y disposiciones mutuas particulares de las dos piezas (es decir, el soporte 260 con los cabezales 1 por un lado y el bastidor 270 por el otro lado) en esencia evitan un desprendimiento total y la consiguiente caída de los cabezales 1 y el dañado de los mismos. En la práctica, el conjunto que incluye el soporte 260 y los cabezales 1 liberan cediendo a impactos indeseados y evitando de ese modo roturas pero permanecen, de alguna manera, insertados entre la base 271 y el puntal 272 y el travesaño 273 del bastidor 270, evitando de este modo posibles caídas peligrosas y facilitando su recuperación. Algunos de los detalles de fabricación que contribuyen a evitar que el conjunto que incluye el soporte 260 y los cabezales 1 se caiga son las disposiciones de acoplamiento entre el inserto cilíndrico 265 y el orificio central 277 con un chavetero de acceso 278 y la presencia de una corona de resalte 282. De hecho, ambos detalles evitan que el soporte 260 se libere del lado de la pieza que se va a verificar 2" que puede causar no sólo la caída del soporte 260 (es decir el paso de la pieza a la cual están fijadas las tuercas 253 a través del espacio definido por la base 271 y el travesaño 273), sino también una aproximación peligrosa de los cabezales 27 al área de mecanizado de la pieza 2", en particular a la muela rectificadora M de la máquina rectificadora.

El aparato ilustrado en las figuras 23 y 24 comprende un cuarto sistema de soporte y referencia 300 para dos cabezales 1, substancialmente similares a aquellos de las figuras 17, 19 y 22. En este caso, también, los cabezales 1 están representados en vista y la figura substancialmente representa las cajas 3, los palpadores 27 y los soportes asociados que, como aquellos de la figura 22, están identificados mediante el número de referencia 26".

El cuarto sistema de soporte y referencia 300 es, bajo ciertos aspectos, similar al tercer sistema 250 representado en las figuras 21 y 22, y comprende un soporte de acoplamiento alargado 310 al cual están acoplados los cabezales 1 y una estructura estacionaria, o base, 320 a la cual está acoplado, de forma que se puede desmontar, el soporte alargado 310.

De acuerdo con la disposición representada en la figura 24, la base 320 está acoplada a una corredera neumática de un tipo conocido, identificada mediante el número de referencia 199, como la de las figuras 17, 19 y 22. Los cabezales 1 están acoplados a un soporte alargado 310 del modo ajustable ya descrito con referencia al acoplamiento entre los cabezales 1 y el soporte alargado 260 de la figura 22.

El soporte alargado 310 comprende un dispositivo de empuje con un elemento elástico alargado 315 acoplado, por medio de tornillos 314, a un extremo (superior) del soporte 310 de tal forma que el elemento elástico 315 y el soporte 310 sean substancialmente paralelos a una dirección principal de distribución en planta.

Un extremo libre del elemento elástico alargado 315 tiene un elemento de referencia con un pasador transversal 316 que tiene un extremo en forma de bola. El soporte alargado 310 tiene – en un extremo opuesto (inferior) – otro elemento de referencia con elemento de articulación roscado ajustable 317 que también tiene un extremo en forma de bola. El pasador 316 y el elemento de articulación 317 están substancialmente alineados a lo largo de la dirección de acoplamiento. Una palanca de soporte 303, substancialmente en forma de L, está acoplada al extremo inferior del soporte de acoplamiento alargado 310 (por ejemplo, por medio de un tornillo no representado en las figuras) y comprende un extremo corto 304, que se extiende por debajo del extremo inferior del soporte 310 y es substancialmente paralelo a su dirección principal de distribución de planta y un extremo largo 305 dispuesto substancialmente perpendicular a ambas direcciones, la dirección principal de distribución en planta y la dirección de acoplamiento transversal, que transporta en un extremo libre un elemento de referencia adicional, en concreto, un pasador de soporte 306.

La base 320 comprende dos alas verticales paralelas 321 y 322 que definen asientos cónicos opuestos 323 y 324 alineados en una dirección de acoplamiento transversal. Además, la base 320 tiene un agujero cilíndrico 325 que aloja un dispositivo de empuje adicional, que comprende un resorte de compresión 326 y un elemento en forma de cilindro 327 que puede deslizarse en el agujero 325 y es forzado por el resorte 326 hacia el exterior de la base 320. Dos pasadores de referencia 328 y 329 están acoplados a la base 320 y tienen extremos substancialmente cónicos encarados al extremo inferior del soporte 310.

De acuerdo con la disposición representada en la figura 24, los cabezales 1 verifican el diámetro exterior de una pieza cilíndrica 2'' en el transcurso del mecanizado en una máquina rectificadora con una muela rectificadora M, en una aplicación que es totalmente similar a aquella esquemáticamente ilustrada en las figuras 17, 19 y 22. Los cabezales 1 están acoplados al soporte alargado 310 en posiciones mutuas adecuadas que tienen en cuenta las dimensiones inicial y final de las piezas mecanizadas que se van a verificar y la gama de mediciones de los cabezales 1. El soporte alargado 310 está a su vez acoplado – de la manera que se describe aquí más adelante – a la base 320, la posición de la cual, con respecto a la pieza 2'', se puede definir de modo conocido y no descrito aquí.

El soporte alargado 310 está acoplado a la base 320 en el extremo inferior sólo. En concreto, el soporte 310 se desplaza hacia la base 320 y, con la ayuda de los pasadores 328 y 329 que consiguen un tope límite de referencia aproximado para el extremo inferior del soporte 310, los extremos en forma de bola del pasador transversal 316 y aquellos del elemento de articulación roscado 317 se insertan en los asientos cónicos opuestamente dispuestos 323 y 324. La posición del elemento de articulación 317 a lo largo de la dirección de acoplamiento transversal se ajusta accionando el acoplamiento roscado entre el elemento articulado 317 y el soporte 310, de forma que se ajuste de un modo adecuado el empuje aplicado por el elemento elástico 315. Cualquier giro del soporte 310 y en consecuencia de los cabezales 1, alrededor del eje transversal del acoplamiento se evita mediante la cooperación entre la palanca de soporte 303 y la base 320. En concreto, el pasador de soporte 306 se apoya contra una superficie plana de referencia 330 de la base 320 gracias a la acción del elemento en forma de cilindro 327 que es forzado por el resorte 326 contra el extremo corto 304 de la palanca 303. Evidentemente, el empuje que el resorte 326 aplica es suficiente para mantener - cuando el aparato está bajo las condiciones de trabajo normales – el pasador 306 apoyado contra la superficie 330 de la base 320, como en la disposición de la figura 24.

En este caso también, la posición de los cabezales 1, acoplados al soporte alargado 310, se fija y se determina de un modo extremadamente simple, rápido y preciso con respecto a la base 320. Además, la disposición y la forma específicas de los elementos que consiguen el acoplamiento (los extremos en forma de bola del pasador 316 y del elemento de articulación 317 en los asientos cónicos 323 y 324, el apoyo del pasador 306 en una superficie plana) y el empuje elástico del elemento alargado 315 y del dispositivo que comprende el resorte 326 y el elemento 327 permiten que el soporte 310 se libere de la base 320 en el caso de que una fuerza de una cierta entidad sea aplicada al soporte 310, por ejemplo, como consecuencia de impactos indeseados que los cabezales 1 experimenten substancialmente en cualquier dirección. De esta manera se evita la posible rotura o daño de las piezas componentes del cabezal 1. De una manera similar, a la disposición representada en la figura 1, el soporte 310 que transporta los cabezales 1 se puede volver a acoplar a la base 320 una vez que se haya eliminado la causa de la liberación. Entre el soporte 310 y la base 320 se puede prever un acoplamiento adicional – no representado en los dibujos – por ejemplo por medio de cables, para evitar que los dos componentes se desprendan completamente, debido a una posible liberación, con la consiguiente caída y daño de los cabezales 1 y facilitar la aceleración de las operaciones de volver a enganchar el soporte 310 a la base 320. Como una alternativa, puede haber superficies de limitación y protección, tampoco representadas en las figuras, por ejemplo fijadas a la estructura estacionaria y pensada para limitar el desplazamiento de la palanca de soporte 303 y evitar su desplazamiento de la base 320.

Además, el elemento elástico alargado 315 puede estar acoplado al soporte 310 de forma que adopte una disposición diferente, no necesariamente paralela al soporte 310, que también garantice la alineación entre el pasador 316 y el elemento de articulación 317 a lo largo de la dirección de acoplamiento.

Otras modificaciones con respecto a los que se ilustra en las figuras 23 y 24 son posibles dentro del ámbito de la invención, por ejemplo, en cuanto concierne a la disposición del pasador 316, del elemento de articulación 317 y los asientos cónicos 323 y 324. Las figuras 25 y 26 muestran un sistema de soporte y referencia 300' que es substancialmente similar – en cuanto concierne a la estructura y al funcionamiento – al sistema 300 representado en las figuras 23 y 24. Sólo se describen aquí brevemente las principales diferencias de fabricación. Dos asientos cónicos 323' y 324' se consiguen en las alas 321' y 322' de la base 320', alineados en dirección transversal. Un dispositivo de empuje con un elemento elástico alargado 315' está acoplado, por medio de tornillos, al soporte de acoplamiento alargado 310' y tiene, en un extremo libre, un elemento de referencia 316' con una superficie esférica. Otro elemento de referencia 317', también con una superficie esférica, está acoplado al elemento alargado 310', encarado al elemento 316' y alineado con él en una dirección de acoplamiento. Superficies de limitación y protección fijadas a la estructura estacionaria para limitar los desplazamientos de la palanca de soporte 303' y aquellos del elemento alargado 310' fijados a ella, están esquemáticamente representados e identificados mediante el número de referencia 340 en la figura 26.

El aparato ilustrado en las figuras 27 a 30 comprende un quinto sistema de soporte y referencia 350 para dos cabezales 1, esencialmente similares a aquellos representados en las figuras 17, 19, 22, 24 y 26. En este caso también, los cabezales 1 están representados en vista y están substancialmente representados las cajas 3, los palpadores 27 y los soportes asociados que, como aquellos de las figuras 22 y 24, están identificados por el número de referencia 26''.

El quinto sistema de soporte y referencia 350 es bajo ciertos aspectos similar al cuarto sistema 300 representado en las figuras 23 y 24 y comprende un soporte de acoplamiento 355 al cual están acoplados los cabezales 1 y una

estructura estacionaria, o bastidor, 370 al cual está acoplado, de forma que se puede desmontar, el soporte de acoplamiento 355. Al igual que los soportes de acoplamiento 310, 310' en la disposición de las figuras 24 y 26, el soporte de acoplamiento 355 está acoplado también al bastidor 370 en el área del extremo inferior de este soporte 355 y el último transporta los cabezales 1 con acoplamientos ajustables similares.

5 El soporte de acoplamiento 355 comprende una parte vertical alargada 360 que transporta los cabezales y una placa 361 dispuesta en un plano substancialmente horizontal, con elementos de referencia que comprenden dos bolas 362 y 363 fijados a la base lateral de la placa 361 y un par de pasadores 364 y 365 con extremos en forma de bolas, acoplados a la placa 361 en la base lateral opuesta y dispuestos a lo largo de direcciones perpendiculares a la placa 361. Un pasador giratorio 366 se aloja en un agujero pasante 369 de la placa 361 (figura 30) y tiene un primer extremo encarado a un orificio 367 de la placa 361, mientras que el segundo extremo está acoplado a una palanca de accionamiento 368.

15 El bastidor 370 está acoplado, en la disposición representada en la figura 25, a una corredera neumática de un tipo conocido identificada mediante el número de referencia 199 como en las figuras 17, 19, 22, 24 y 26 y comprende una base 371, una pared 372 rígidamente acoplada al lado de la base 371 y perpendicular a ella y dos columnas 373 y 374 rígidamente acopladas en el lado opuesto de la base y substancialmente perpendicular a ella. La pared 372 tiene un orificio central cerca de la base 371 y un pasador transversal 376 está acoplado al bastidor 370 en este orificio 375. La columna 373 tiene una forma substancialmente angular con una parte extrema 377 dispuesta en una dirección paralela a la base 371 y transporta, fijado a la parte extrema 377, un pasador 378 que define una superficie de anclaje, paralela al pasador transversal 376. Un asiento cónico 380 y un asiento en forma de V 381 están definidos en la superficie interior de la pared 372, cerca del lado de ésta última opuesta a la base 371, alineada a lo largo de una dirección transversal que es paralela al pasador 376.

20 Un dispositivo de empuje y bloqueo comprende un elemento elástico con un resorte de retorno 390 y un elemento de bloqueo con un gancho 391. Los extremos del resorte 390 se enganchan al pasador transversal 376, fijado a la base 371 y a un agujero pasante 392 en una parte extrema del gancho 391, respectivamente. El pasador giratorio 366, acoplado a la placa 361, está rígidamente fijado al gancho 391, en un agujero central 393 del último, en el orificio 367 de la placa 361 de forma que los giros del pasador 366 causan los correspondientes giros del gancho 391 alrededor de un eje transversal definido por el pasador 366. El gancho 391 también comprende una parte extrema de anclaje 395 para cooperar con la superficie de anclaje del pasador 378 para lograr el bloqueo entre el soporte de acoplamiento 355 que transporta los cabezales 1 y el bastidor 370, como se describe aquí más adelante.

30 En la disposición representada en la figura 25, los cabezales 1 verifican el diámetro exterior de una pieza cilíndrica 2" durante el mecanizado en una máquina rectificadora mediante una muela rectificadora M en una aplicación que es completamente similar a aquella representada esquemáticamente en las figuras 17, 19, 22, 24 y 26. Los cabezales 1 están acoplados a la parte alargada 360 del soporte 355 en posiciones mutuas adecuadas que tienen en cuenta las dimensiones inicial y final de las piezas mecanizadas que se van a verificar y la gama de medición de los cabezales 1. El acoplamiento y el bloqueo entre el soporte 355 y el bastidor 370 para definir una posición de verificación de los cabezales 1 ocurre del modo siguiente.

35 Los extremos en forma de bola de los pasadores 364 y 365, fijados a la placa 361, descansan en superficies de reposo mutuamente coplanares definidas por las columnas 373 y 374 y las bolas 362 y 363 están insertadas en los asientos cónicos asociados 380 y en el asiento en forma de "V" 381 de la pared 372, respectivamente, consiguiendo de ese modo el acoplamiento representado en la figura 29. Uno de los dos pasadores 364 y 365 se puede acoplar a la placa 361 de un modo (que no está ilustrado en las figuras) ajustable a lo largo de su eje, o se puede dejar fuera para conseguir un acoplamiento substancialmente isostático entre el soporte de acoplamiento 355 y el bastidor 370.

40 Entonces la palanca 368 se acciona manualmente para girar el gancho 391 (en sentido contrario a las agujas del reloj con referencia a la figura 29) hasta que se consigue la cooperación entre la parte extrema 395 y el pasador 378, representada en las figuras 27, 28 y 30.

45 En el transcurso del desplazamiento giratorio del gancho 391, la fuerza de tracción del resorte 390 aumenta hasta que se alcanza un valor máximo que corresponde a la posición angular en la cual el pasador giratorio 366 está centrado en la línea recta de acción del resorte 390 (es decir, el eje del agujero pasante 392, en donde un extremo del resorte 390 está enganchado, descansa en un plano definido por los ejes de los pasadores 366 y 376), disminuyendo después de eso hasta que ocurre el contacto entre la parte de anclaje 395 y el pasador 378; en esta posición el pasador giratorio 366 está desplazado sólo una pequeña cantidad, por debajo de la línea recta de acción anteriormente mencionada. Por lo tanto, la configuración representada en la figura 28 consigue el bloqueo de la placa 361 al bastidor 370 en la disposición definida por los elementos de referencia y los asientos asociados y las superficies de soporte. De hecho, en esta configuración, la fuerza de tracción del resorte 390 tiende a mantener la cooperación entre la parte de anclaje 395 y el pasador 378, además de forzar las bolas 362 y 363 en los asientos asociados 380, 381 y los extremos en forma de bola de los pasadores 364 y 365 contra las superficies de soporte asociadas de las columnas 373 y 374. A fin de desacoplar el acoplamiento representado en la figura 28, es

necesario girar el gancho 391 (en el sentido de las agujas del reloj con referencia a la figura 28), contra la fuerza de tracción del resorte 390, hasta llegar más allá de la configuración anteriormente descrita que corresponde a una fuerza de tensión máxima del resorte 390.

5 Una vez más allá de esta configuración, la fuerza de tracción del resorte 390 contribuye al giro (en el sentido de las agujas del reloj con referencia a la figura 28) permitiendo el desbloqueo de las piezas (figura 29). Esta característica del dispositivo de empuje y bloqueo es particularmente ventajosa para contribuir al desacoplamiento del soporte 355 del bastidor 370 en el caso de que una fuerza de una cierta entidad sea aplicada al soporte 355, por ejemplo, además de a los cabezales 1 que experimentan impactos indeseados, evitando de ese modo posible rotura o dañado de las piezas de los cabezales 1.

10 De hecho, la aplicación de estas fuerzas al soporte 355 causa el desenganchado, contra la fuerza del resorte 390, entre por lo menos uno de los acoplamientos entre las bolas 362 y 363 y los asientos 380 y 381. Desplazamientos subsiguientes de la placa 361 con respecto al bastidor 370 (hacia la izquierda, con referencia a la figura 28) modifican la configuración equilibrada de la figura 28, en particular tiende a modificar la disposición angular del resorte 390 con respecto al pasador giratorio 366. Como se ha descrito anteriormente, desplazamientos de pequeña entidad son suficientes para llevar la línea recta de acción del resorte 390 por debajo del eje del pasador giratorio 366 y causan que la fuerza del resorte real 390 ayude al desenganchado de la parte de anclaje 395 del pasador 378 y el consiguiente desenganchado del soporte 355 del bastidor 370. En cualquier caso, el soporte 355 se mantiene físicamente conectado al bastidor 370 gracias a la unión que incluye el resorte 390 y el gancho 391, evitando de este modo cualquier posible caída y dañado de los cabezales 1. Después de ello el acoplamiento en la posición de verificación se puede volver a ajustar de un modo simple y rápido siguiendo el procedimiento anteriormente descrito.

20 El aparato ilustrado en las figuras 31 y 32 comprende un sexto sistema de soporte y referencia 400 para dos cabezales 1 que, bajo ciertos aspectos es similar a los sistemas 250, 300, 300' y 350 de las figuras 21 a 30 y comprende un soporte de acoplamiento alargado 410 al cual están acoplados los cabezales 1 y una estructura estacionaria, o bastidor, 420 a la cual está acoplado de modo que se puede desmontar el soporte alargado 410. Los cabezales 1 están acoplados al soporte alargado 410 del modo ajustable que ha sido anteriormente descrito con referencia al acoplamiento entre los cabezales 1 y el soporte alargado 260 de la figura 22. El bastidor 420 comprende una parte de la base 421, fijada, por ejemplo, a una corredera neumática 199 y una estructura del tipo de puente, fijada a ella, con dos paredes puntales 422, 424 y un travesaño 423. Una de las dos paredes 422 caracteriza rendijas que definen medios de empuje con dos partes 425 y 426 elásticamente desplazables con respecto al resto del bastidor 420.

El soporte alargado 410 define superficies laterales 411 y 412 pensadas para estar dispuestas encaradas a las paredes 422 y 424 y comprende elementos de referencia con cuatro bolas 413, 414, 415 y 416 dispuestas por pares sobre superficies 411 y 412, alineadas de dos en dos (413/415 y 414/416) a lo largo de direcciones de acoplamiento transversales cerca de los extremos del soporte alargado 410.

35 La estructura en forma de puente del bastidor 420 define cuatro asientos para los elementos de referencia, más particularmente dos chaveteros 433 y 434 en las partes móviles elásticas 425 y 426 de la pared 411 y un agujero circular 435 y un chavetero 436 en la pared 412. Dos pares de chaveteros oblicuos se obtienen en las paredes 411 y 412 (sólo el par de chaveteros 428 en la pieza estacionaria de la pared 411 se representa en la figura 27).

40 Dos resortes de retorno 402 y 403 están dispuestos a lo largo de direcciones transversales entre la pared 412 y las partes elásticamente móviles 425 y 426, respectivamente.

45 En la disposición representada en la figura 31, como en las disposiciones anteriormente descritas, los cabezales 1 verifican el diámetro exterior de una pieza cilíndrica 2'' en el transcurso del mecanizado en una máquina rectificadora mediante una muela rectificadora M. Los cabezales 1 están acoplados al soporte alargado 410 en posiciones mutuas adecuadas que tienen en cuenta las dimensiones inicial y final de las piezas mecanizadas que se van a verificar y la gama de medición de los cabezales 1. El soporte alargado 410 está a su vez acoplado - como se describe aquí más adelante - al bastidor 420, la posición del cual - con respecto a la pieza 2'' - se puede definir de un modo conocido y no especificado aquí.

50 El soporte 410 está insertado en el interior de la estructura del tipo de puente del bastidor 420 y dispuesto de tal manera que las bolas 413, 414, 415 y 416 se alojan en los asientos asociados 433, 434, 435 y 436 y definen una posición de verificación de los cabezales 1. En esta posición, dos pares de pasadores límite (sólo uno de estos pasadores, 408, está representado en la figura 31) están insertados en los chaveteros oblicuos 428 y fijados a las superficies 411 y 412 del soporte 410 (por ejemplo roscados en agujeros roscados adecuados, no representados en las figuras).

55 Como en el caso del sistema de soporte y referencia anteriormente descrito, la posición de los cabezales 1, acoplados al soporte alargado 410, se ajusta y se determina de un modo extremadamente simple, rápido y preciso

con respecto al bastidor 420. Además, la disposición y la forma concretas de los elementos que consiguen al acoplamiento (bolas 413-416 y asientos 433-436) y el empuje elástico aplicado por las partes móviles 425 y 426 y por los resortes 402 y 403 permiten que el soporte 410 se libere del bastidor 420 en el caso de que una fuerza de una cierta entidad se aplique al soporte 410, por ejemplo como consecuencia de impactos indeseados que los cabezales puedan experimentar substancialmente en cualquier dirección, de este modo se evita la posible rotura y el dañado de las piezas de los cabezales 1.

Además, la presencia de los pasadores 408 en los chaveteros oblicuos 428 limita los desplazamientos mutuos entre el bastidor 420 y el soporte alargado 410, permitiendo la liberación anteriormente mencionada pero evitando el desenganche completo del bastidor 420 y la caída del soporte alargado 410 con los cabezales 1. Esto permite por un lado evitar el dañado de los cabezales 1 y por el otro facilitar y acelerar las operaciones para el acoplamiento entre el soporte 410 y el bastidor 420 para llevar los cabezales 1 de vuelta a la posición de verificación determinada.

El sexto sistema de soporte y referencia puede diferir con respecto a aquello que se ha ilustrado en las figuras 31 y 32, por ejemplo en cuanto concierne a los resortes 402 y 403. En concreto, dependiendo de las dimensiones y de la forma de los componentes del sistema 400, estos resortes 402 y 403 se pueden quitar en el caso de que el empuje aplicado por las partes 425 y 426 sea suficiente para mantener el acoplamiento correcto entre las bolas 413-416 y los asientos asociados 433-436, en otros términos, para mantener los cabezales en la posición de verificación determinada en el transcurso del funcionamiento normal del aparato. Las figuras 33 y 34 muestran un sistema de soporte y referencia 400' con un soporte alargado 410', un bastidor 420' y otras características que son substancialmente similares – en cuanto concierne a la estructura y al funcionamiento – a las características del sistema 400 representado en las figuras 31 y 32. Sólo se describe aquí brevemente las principales diferencias de fabricación. El bastidor 420' comprende una parte de la base 421' y una estructura del tipo de puente, fijada a aquella, con dos paredes puntales 422', 424' y un travesaño 423'. Una de las dos paredes 422' caracteriza una rendija substancialmente en forma de L que define medios de empuje con una parte 425' elásticamente móvil con respecto al resto del bastidor 420'.

El soporte alargado 410' define superficies laterales 411' y 412' pensadas para estar dispuestas frente a las paredes 422' y 424' y comprende elementos de referencia con tres bolas 413', 415' y 416' fijados a las superficies 411' y 412'. En particular, un par de bolas 415' y 416' está dispuesto en una (412') de las superficies cerca de los extremos del soporte alargado 410', mientras que la otra bola 413' está dispuesta en la superficie opuesta 411' en una posición substancialmente centrada. La superficie interior de la pared puntal 424' define dos asientos en forma de V 435' y 436' y la superficie interior de la pared 422' define, en correspondencia a la parte elásticamente móvil 425', un asiento cónico 433'. Un chavetero 428' se obtiene en la pared 424' y un pasador roscado límite 408' está acoplado a un agujero roscado del soporte 410' en la superficie 412'. El chavetero 428' y el pasador roscado 408' están representados en líneas de puntos en la figura 33 y también están representados en la figura 34 aunque no descansan en el plano de la sección transversal general de la figura 34.

El soporte 410' está insertado en el interior del bastidor del tipo de puente 420' y está dispuesto de tal manera que las bolas 413', 415' y 416' se alojan, respectivamente, en el asiento cónico 433' y en los asientos en forma de V 435' y 436' y definen una posición de verificación de los cabezales 1. En esta posición el pasador límite 408' se inserta en el chavetero 428' y se rosca en el agujero roscado en la superficie 412' del soporte 410'.

Como en el caso de los sistemas de soporte y referencia anteriormente descritos 400, la posición de los cabezales 1 se ajusta y se determina de un modo extremadamente simple, rápido y preciso y la disposición concreta y la forma de los elementos que consigue el acoplamiento (en este caso: las bolas 413', 415', 416' y los asientos correspondientes, la parte elásticamente móvil 425') permiten la liberación del soporte 410' del bastidor 420' en caso de impactos accidentales potencialmente peligrosos. La presencia del pasador 408' en el chavetero 428' limita el desplazamiento y evita el desenganchado completo entre el bastidor 420' y el soporte alargado 410'. Esto permite por un lado evitar el dañado de los cabezales 1 y por el otro facilitar y acelerar las operaciones para el acoplamiento entre el soporte 410' y el bastidor 420' para llevar los cabezales 1 de vuelta a la posición de verificación determinada.

El aparato de acuerdo con la invención puede comprender sólo un cabezal 1 acoplado a los sistemas de soporte y referencia 200, 250, 300, 300', 350, 400, 400' o 500 como aquellos ilustrados en las figuras 17 a 34. De hecho, incluso en aquellas aplicaciones que requieren la presencia de sólo un cabezal 1, los sistemas descritos e ilustrados 200, 250, 300, 300', 350, 400, 400' o 500 ofrecen los aspectos ventajosos anteriormente descritos, especialmente en cuanto concierne a la simplicidad y rapidez de acoplamiento y la seguridad con respecto a impactos indeseados.

Los cabezales y los aparatos de acuerdo con la invención se pueden utilizar tanto para la verificación de dimensiones “en proceso” de piezas mecánicas, es decir en el transcurso del mecanizado de piezas en una máquina-herramienta (por ejemplo una máquina rectificadora, como se ilustra esquemáticamente en las figuras 17, 19, 22, 24, 26, 27, 31 y 33) y en verificaciones de piezas “después del proceso”, es decir después del mecanizado.

Los cabezales de calibración o de medición y los aparatos de acuerdo con la invención pueden diferir con respecto a lo que ha sido descrito e ilustrado.

Por cuanto concierne a los aparatos descritos con referencia a las figuras 21 a 34, la disposición de los elementos de referencia y de los asientos asociados y de las superficies de apoyo se pueden invertir con respecto al soporte de acoplamiento y la estructura estacionaria.

5

## REIVINDICACIONES

1. Cabezal (1) para verificar la dimensión lineal de una pieza mecánica (2) que incluye:
- 5 una estructura de soporte con una caja sustancialmente de forma prismática (3) que define una ranura (12) y un eje geométrico longitudinal,
- un conjunto de brazo móvil con respecto a la estructura de soporte con
- un brazo (20), por lo menos parcialmente alojado en la ranura, (12) y
- un palpador (27), acoplado al brazo (20), para tocar una superficie de la pieza mecánica que se va a verificar (2)
- 10 un punto de apoyo (30), colocado entre dicho brazo (20) y dicha estructura de soporte (3), para permitir desplazamientos de dicho brazo (20) con respecto a dicha estructura de soporte (3) alrededor de un eje transversal
- dispositivos de empuje (60), colocados entre el brazo (20) y la estructura de soporte (3) para forzar al palpador (27) hacia dicha superficie de la pieza que se va a verificar (2) y
- un transductor (90), acoplado a dicho brazo (20) y a dicha estructura de soporte (3), para proporcionar señales que dependen de la posición de dicho brazo (20) con respecto a dicha estructura de soporte (3),
- 15 en el que el brazo (20) del conjunto de brazo móvil define una parte extrema (21), el cabezal incluyendo un dispositivo de ajuste (170; 170'), acoplado a la caja (3) con una superficie de apoyo (173) para tocar dicha parte extrema (21) del brazo (20) y un elemento de accionamiento (174) para ajustar la posición de la superficie de apoyo (173) la última causando o limitando desplazamientos giratorios del brazo (20) alrededor del eje transversal definido por el punto de apoyo (30),
- 20 caracterizado porque dicho dispositivo de ajuste (170; 170') incluye un cilindro (171) dispuesto en el exterior de la caja (3), un pistón de colocación que se puede ajustar (172), alojado en el cilindro (171), para definir dicha superficie de apoyo (173) y un dispositivo de guía (178, 179), el elemento de accionamiento (174) y el dispositivo de guía (178, 179) cooperando con dicho cilindro (171) y con dicho pistón de colocación (172) para ajustar la posición de dicha superficie de apoyo (173) por medio de desplazamientos sustancialmente de traslación.
- 25 2. El cabezal según la reivindicación 1 en el que el dispositivo de ajuste (170; 170') define un eje de ajuste que es sustancialmente paralelo a dicho eje geométrico longitudinal de la estructura de soporte (3), la posición de la superficie de apoyo (173) siendo ajustada por medio de desplazamientos a lo largo de dicho eje de ajuste.
3. El cabezal según la reivindicación 2 en el que dicha superficie de apoyo (173) forma pendiente con respecto a dicho eje de ajuste.
- 30 4. El cabezal según la reivindicación 3 en el que dicha superficie de apoyo (173) está adaptada para trasladarse a lo largo de dicho eje de ajuste para tocar dicha parte extrema (21) del brazo (20) y forzar al palpador (27) alejándolo de la superficie de la pieza (2) que se va a verificar.
5. El cabezal según la reivindicación 3 en el que dicha superficie de apoyo (173) está adaptada para trasladarse a lo largo de dicho eje de ajuste para tocar dicha parte extrema (21) del brazo (20) y forzar al palpador (27) hacia la superficie de la pieza (2) que se va a verificar.
- 35 6. El cabezal según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 en el que dicho dispositivo de ajuste (170') incluye un motor eléctrico (180) acoplado al elemento de accionamiento (174) para ajustar la posición de la superficie de apoyo (173).
- 40 7. El cabezal según la reivindicación 6 que incluye una unidad de proceso (81) para recibir y procesar las señales provistas por el transductor (90), en el que dicho motor eléctrico (180) está eléctricamente conectado a la unidad de proceso (81), la unidad de proceso (81) enviando señales de accionamiento al motor eléctrico (180) para ajustar la posición de la superficie de apoyo (173) sobre la base de las señales provistas por el transductor (90).
8. El cabezal según la reivindicación 1 en el que la posición de la superficie de apoyo (173) define una posición del palpador (27) bajo las condiciones de reposo.

9. El cabezal según la reivindicación 8 en el que la posición del palpador (27) bajo las condiciones de reposo se ajusta dinámicamente sobre la base de las señales provistas por dicho transductor (90).

10. El cabezal según la reivindicación 1 en el que la posición de la superficie de apoyo (173) define una posición no operativa del brazo (20).

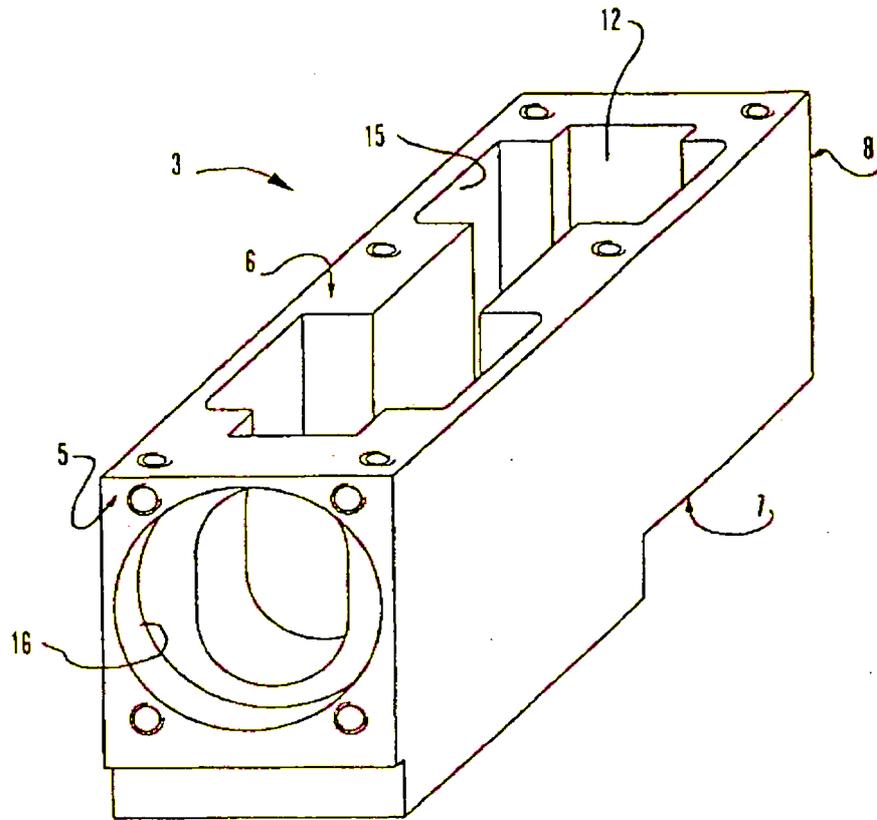


FIG. 1

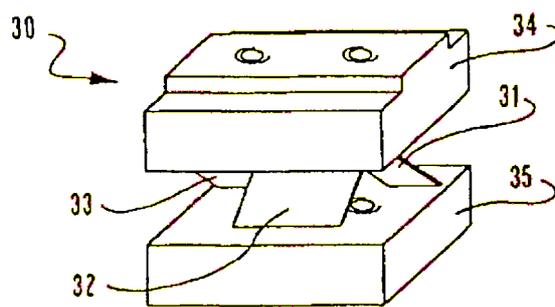


FIG. 6



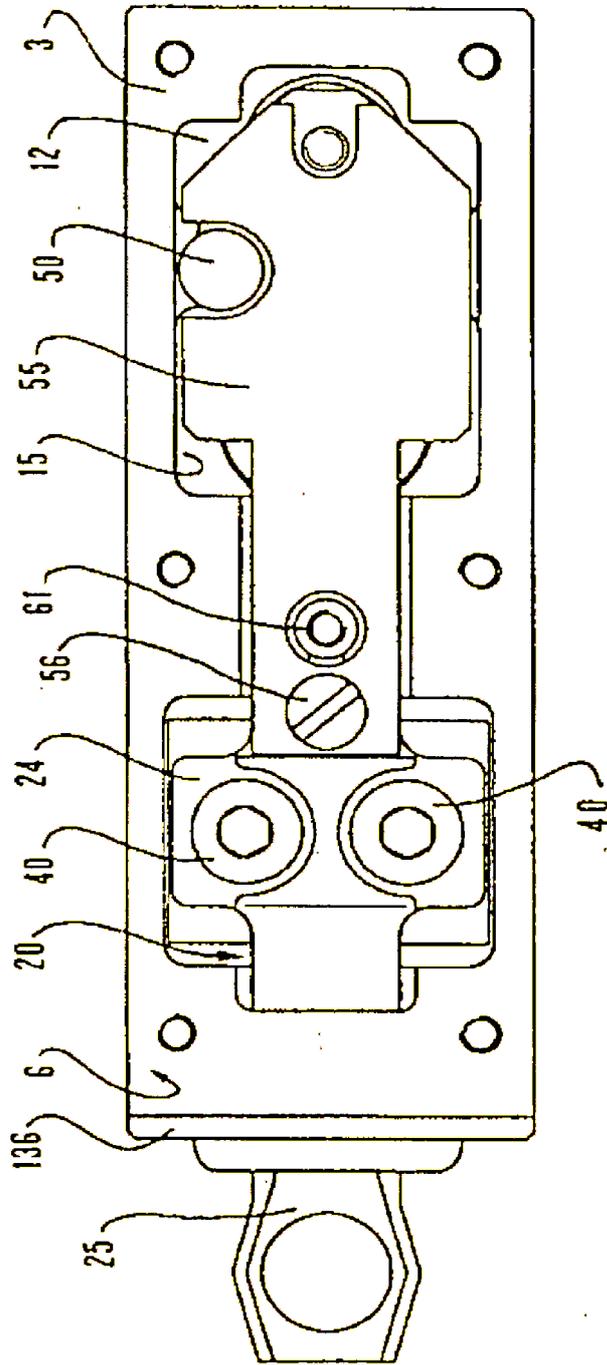


FIG. 3

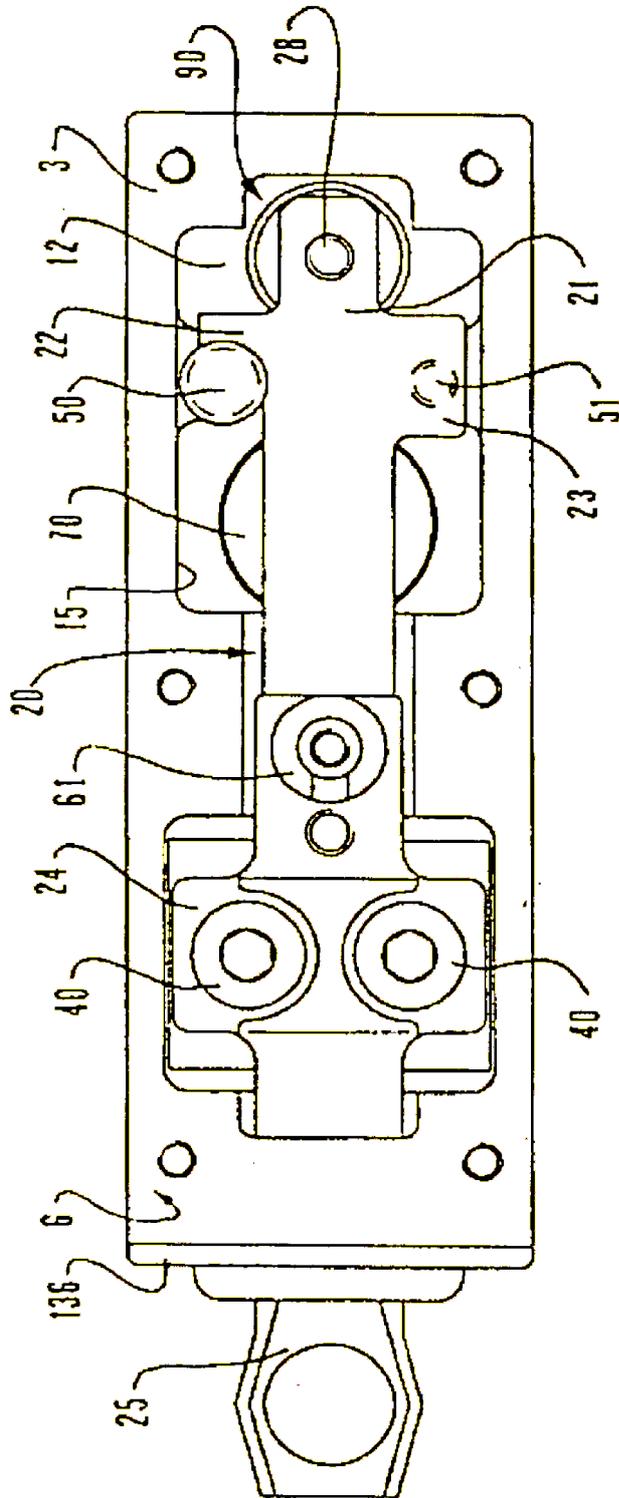


FIG. 4

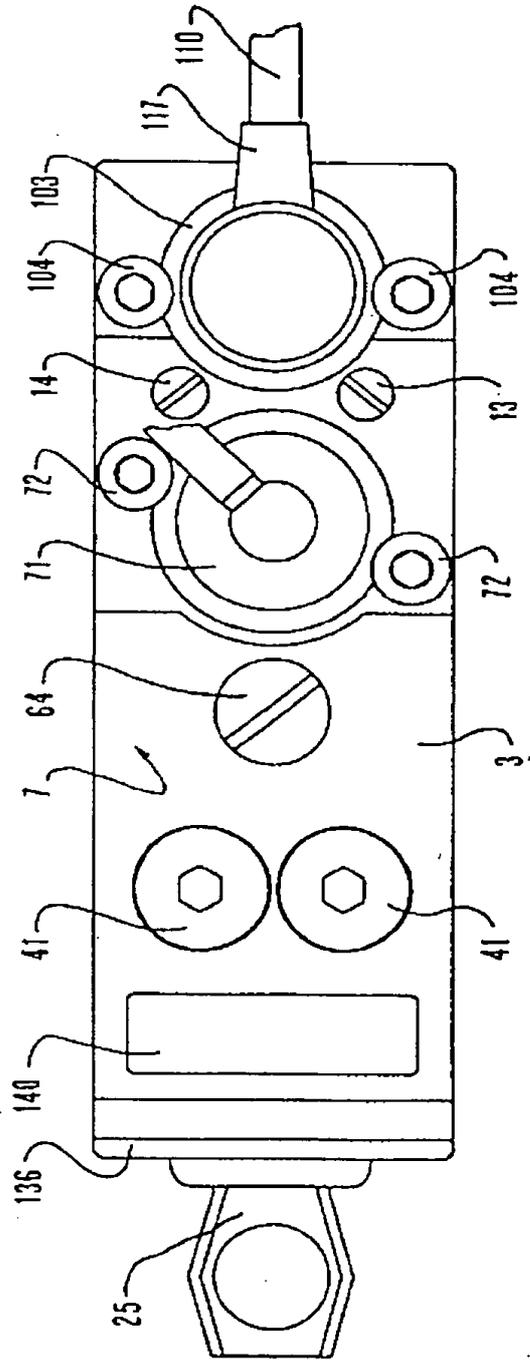
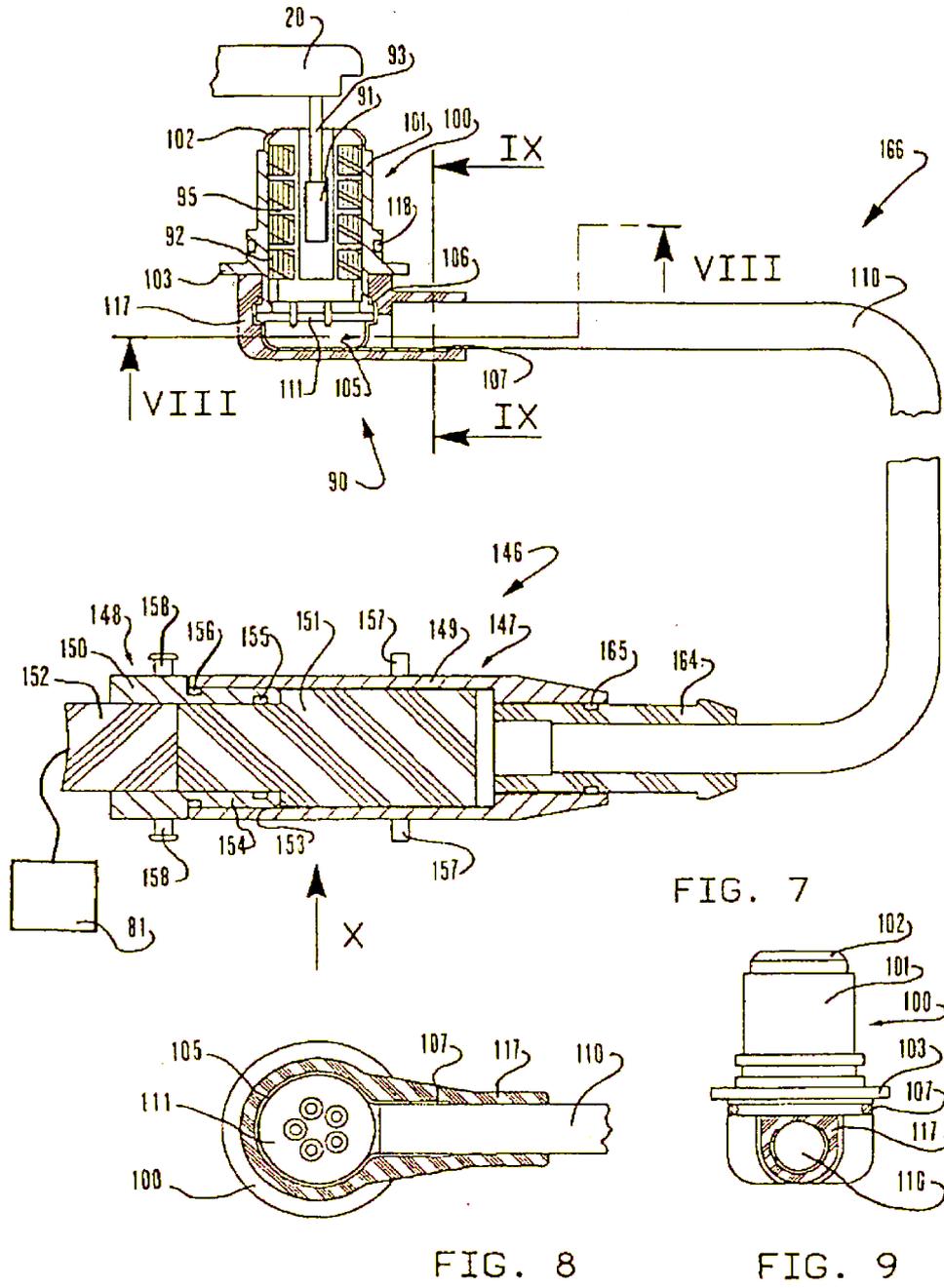


FIG. 5



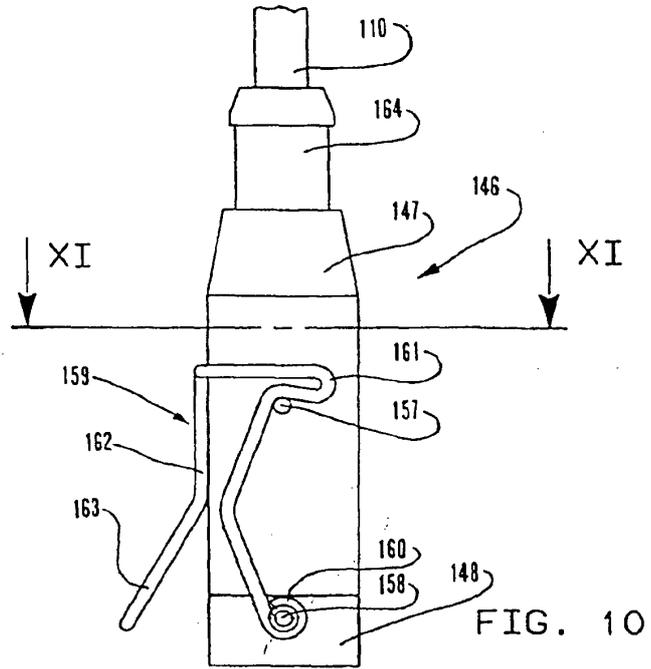


FIG. 10

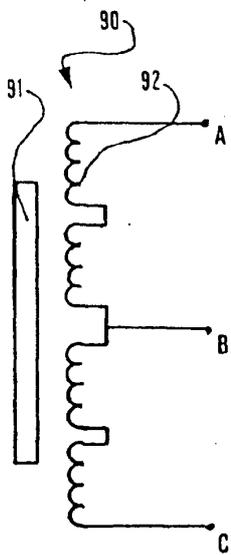


FIG. 14

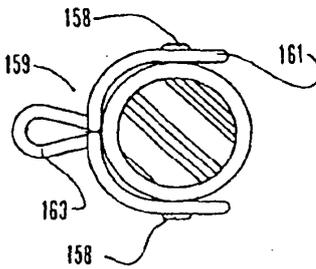


FIG. 11

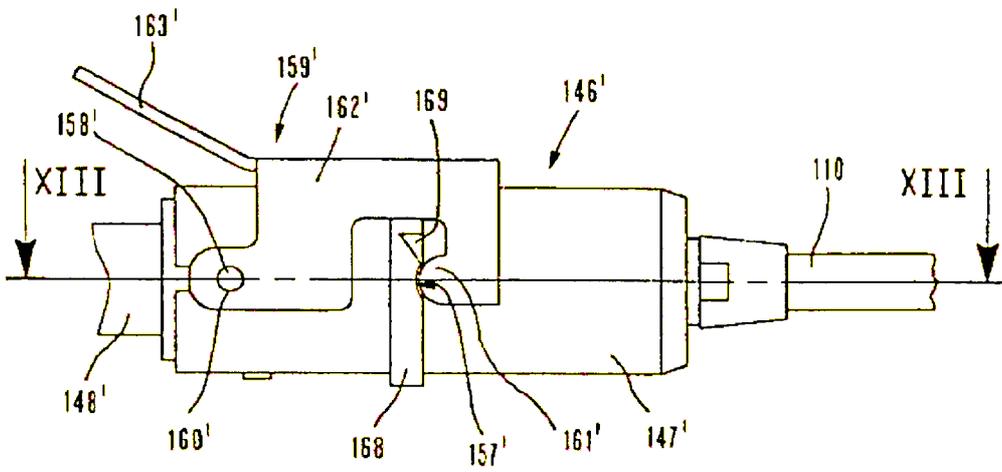


FIG. 12

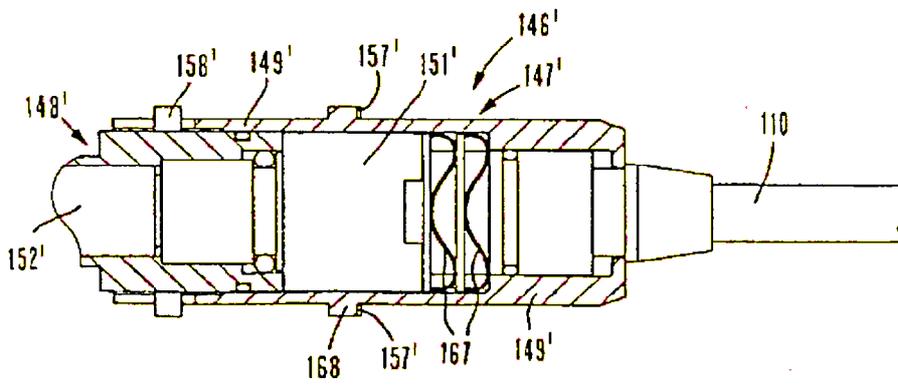


FIG. 13

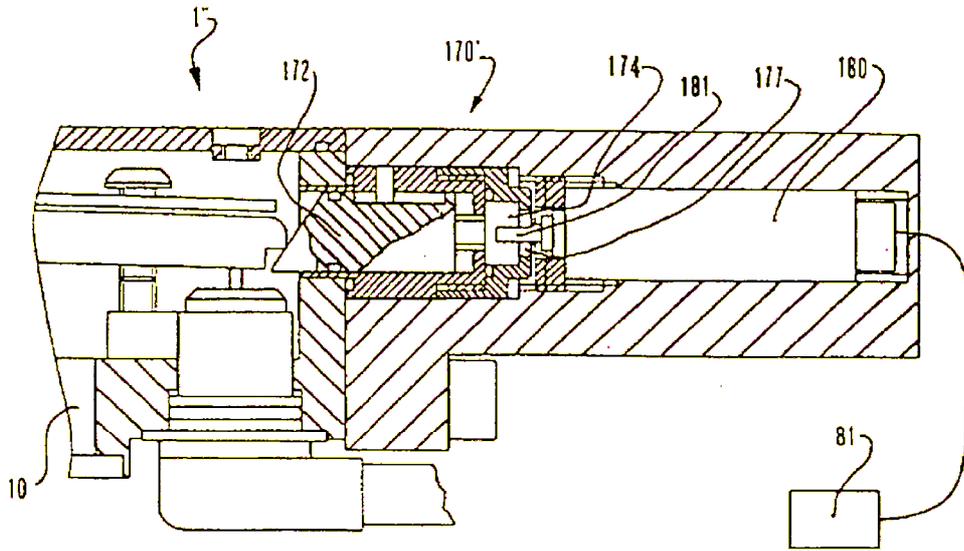


FIG. 16

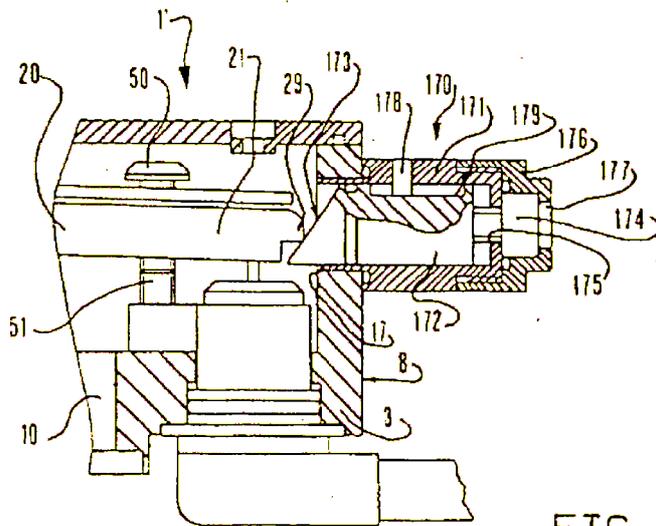


FIG. 15



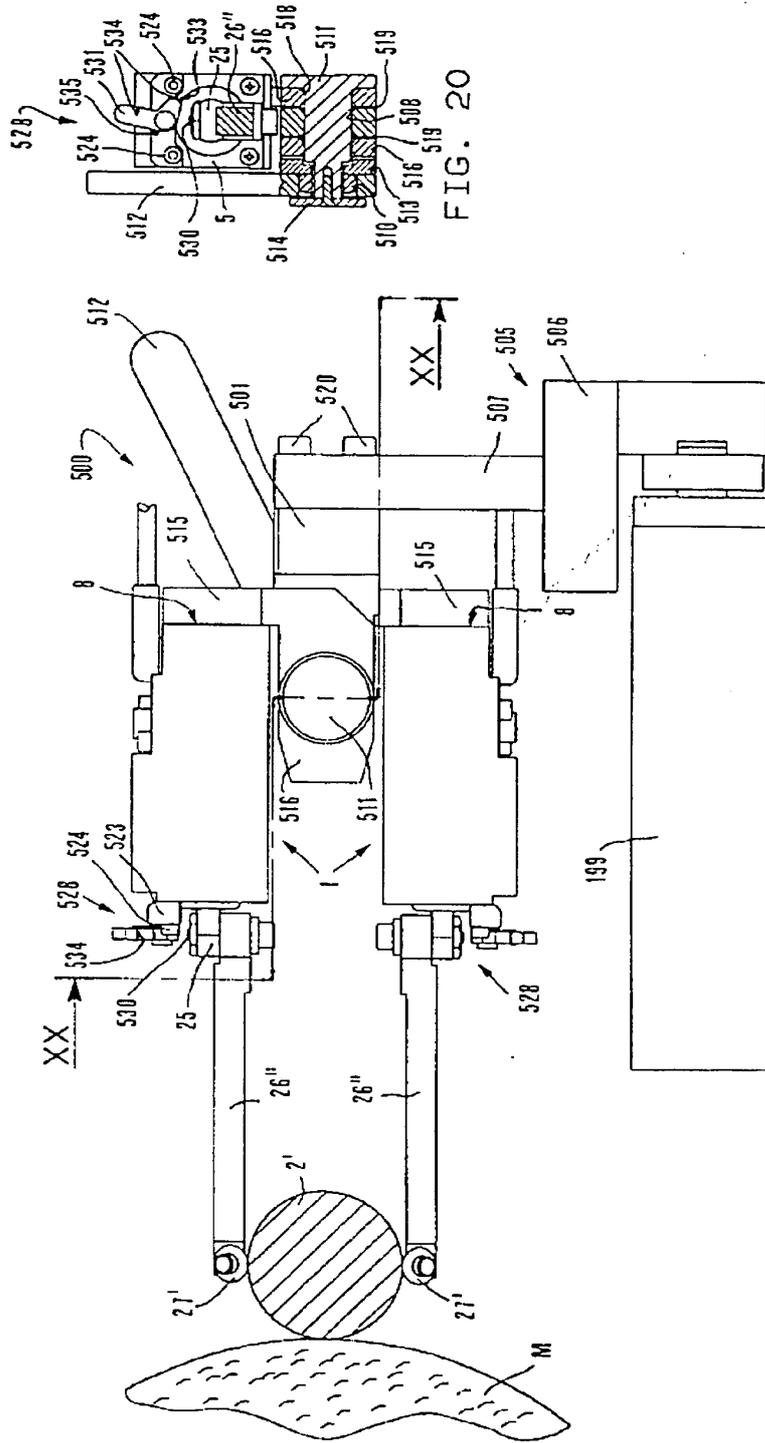


FIG. 19

FIG. 20

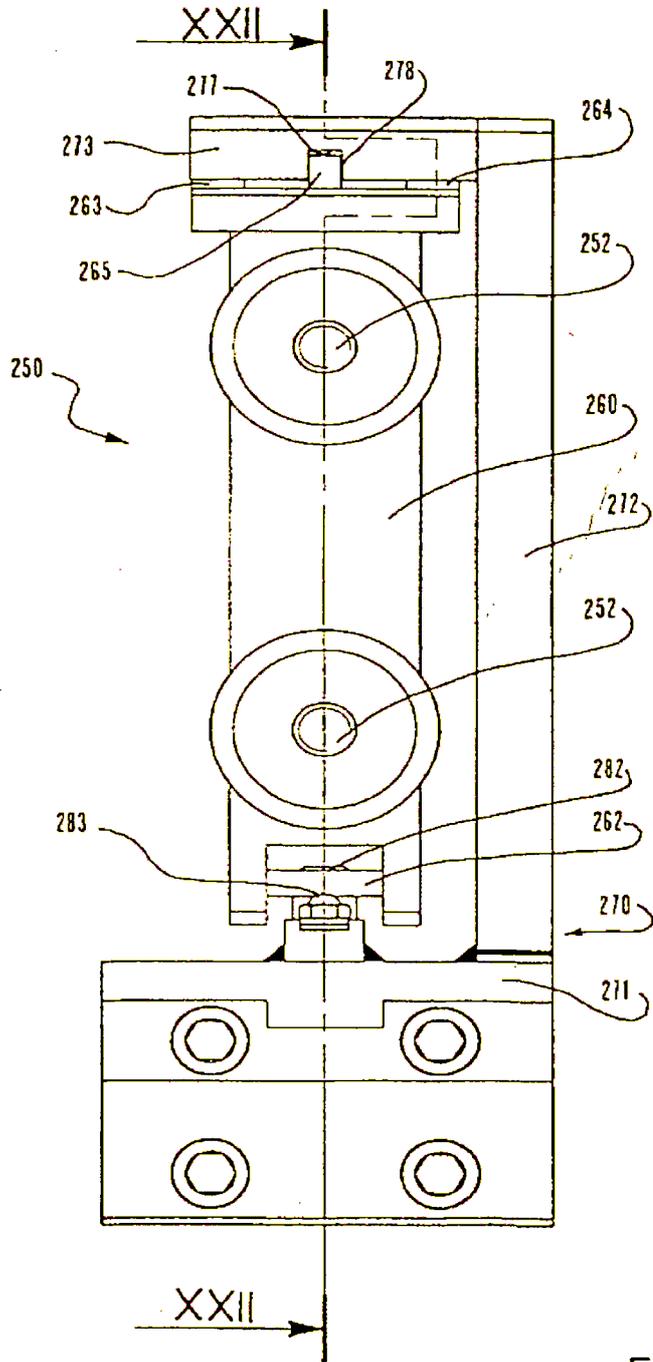


FIG. 21

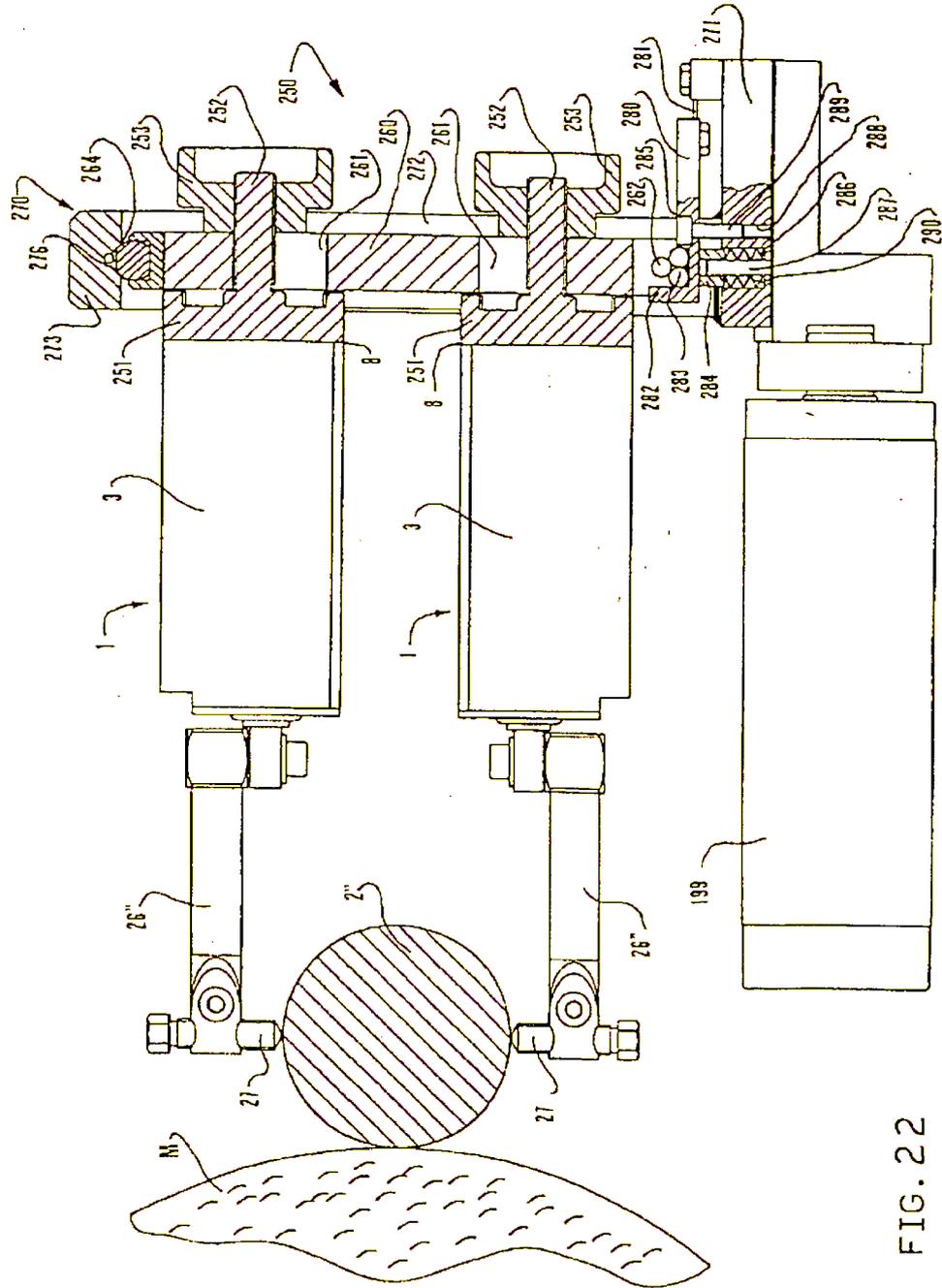


FIG. 22

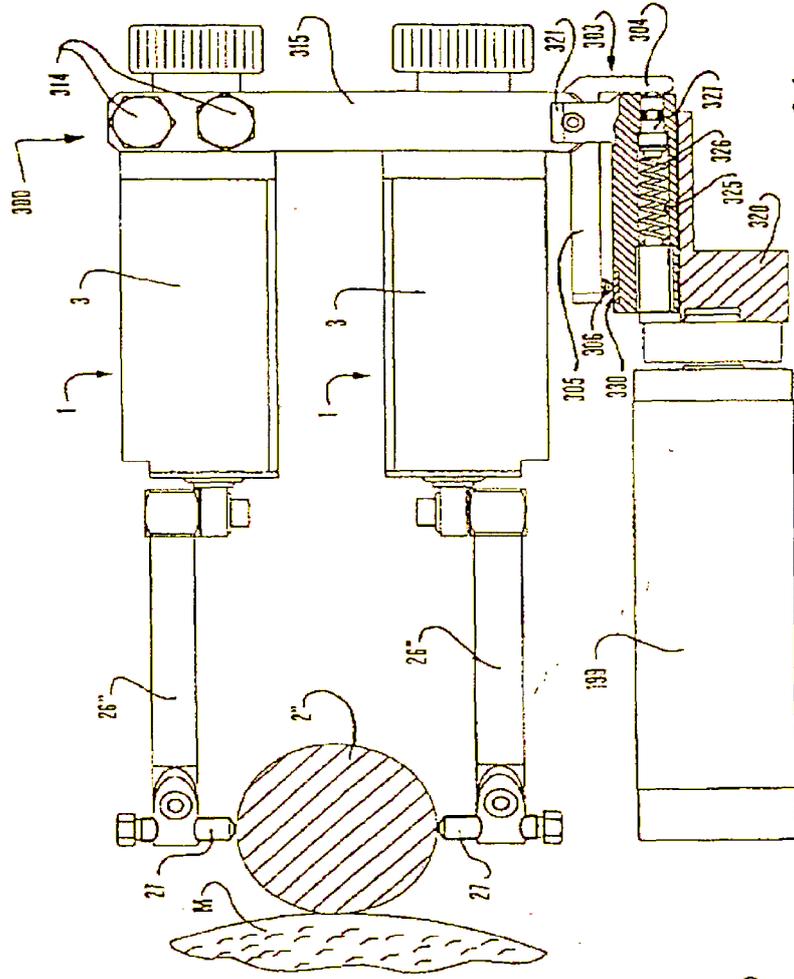


FIG. 23

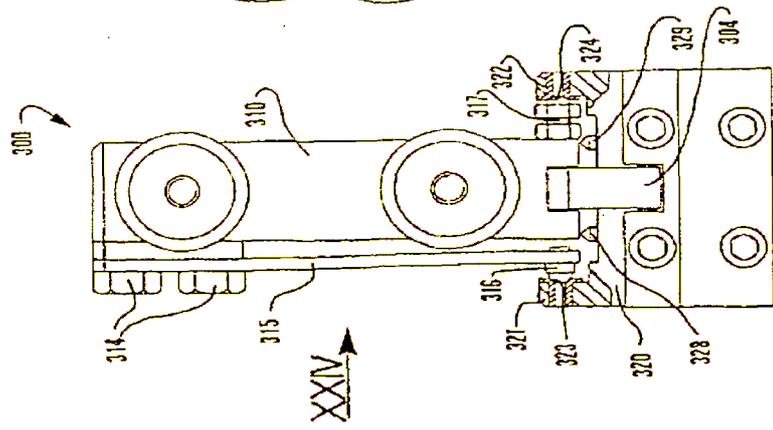


FIG. 24

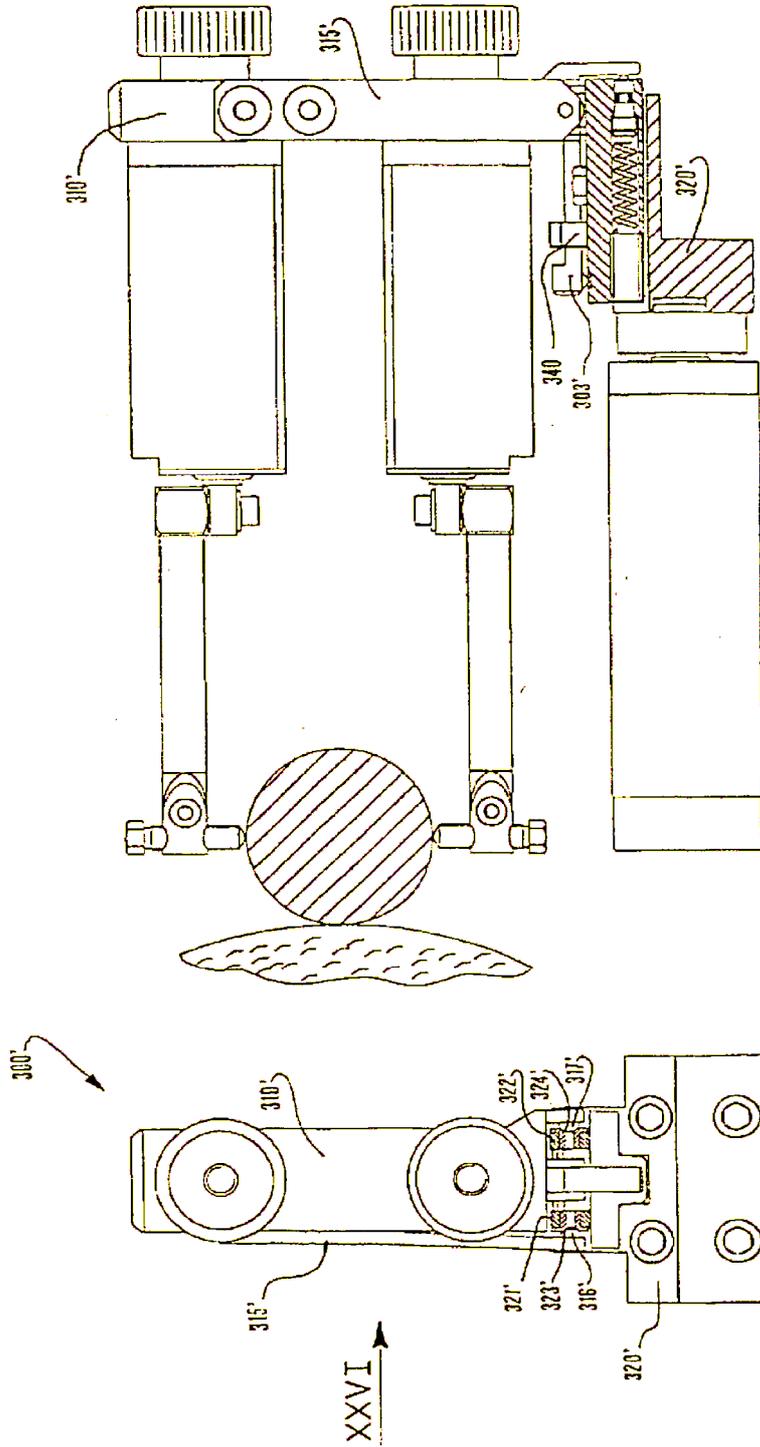


FIG. 26

FIG. 25

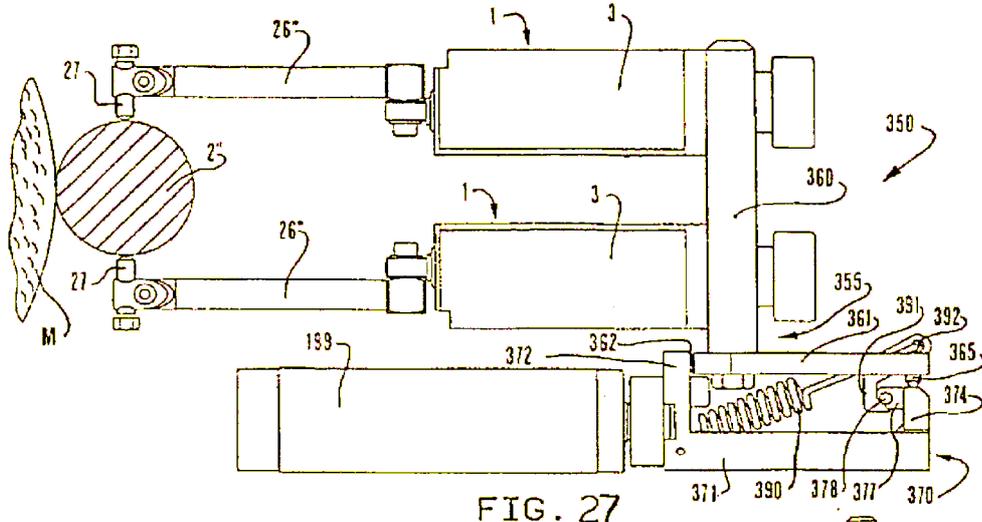


FIG. 27

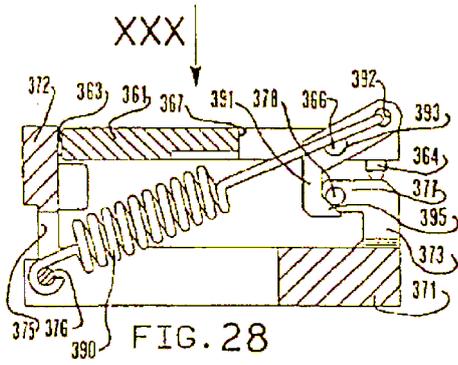


FIG. 28

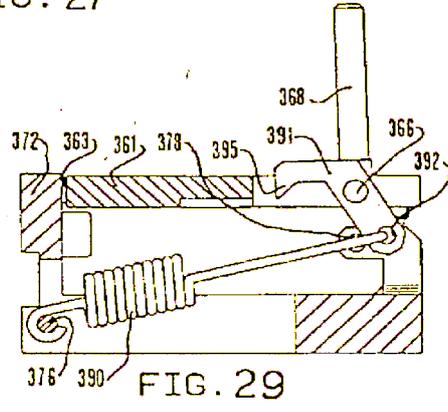


FIG. 29

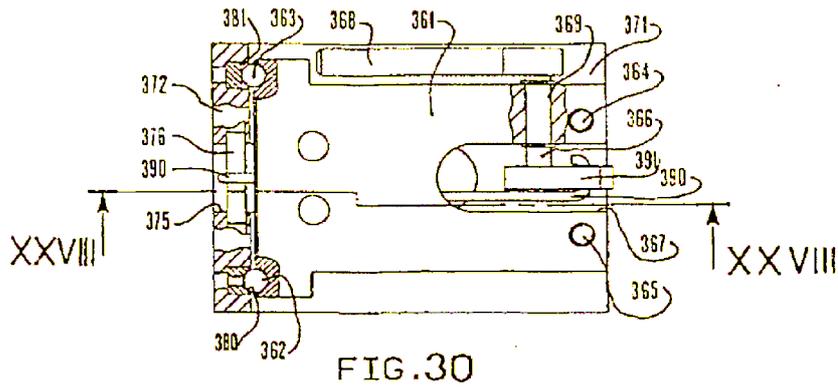


FIG. 30

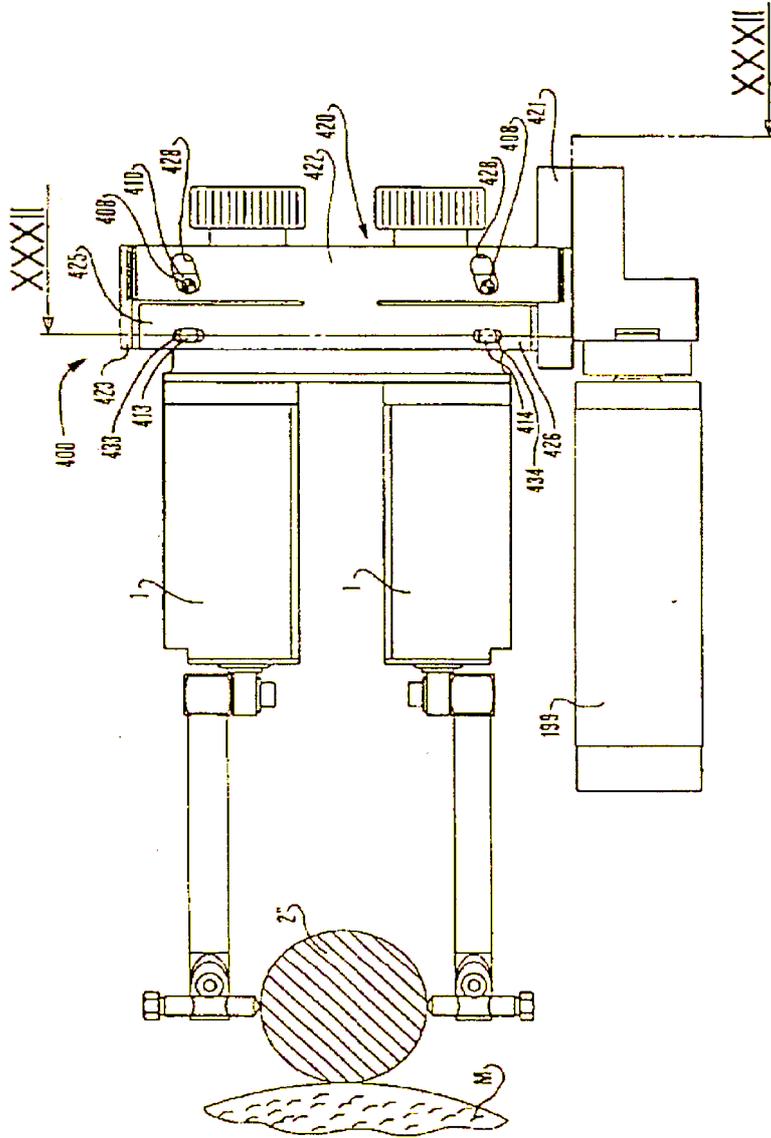


FIG. 31

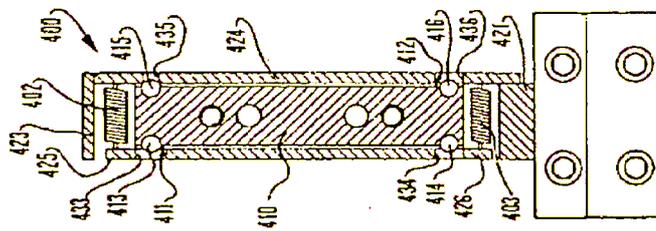


FIG. 32

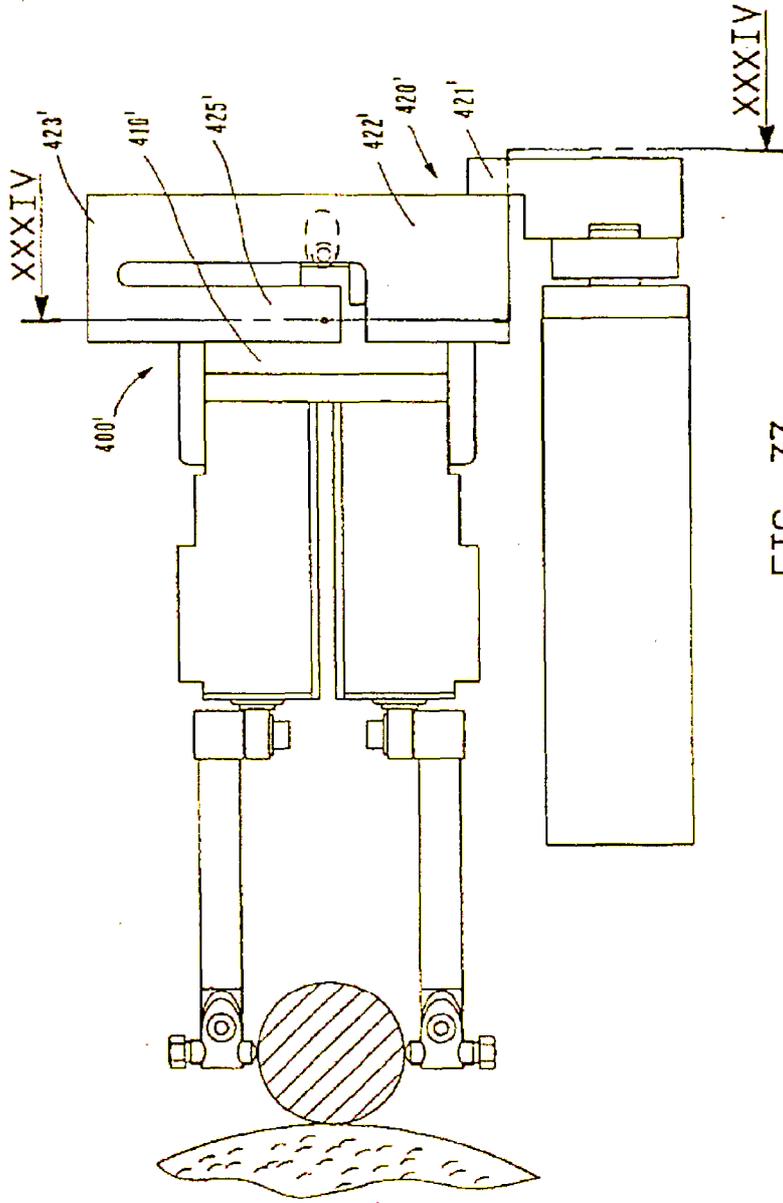


FIG. 33

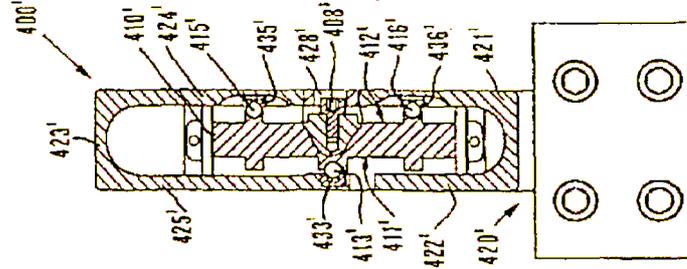


FIG. 34