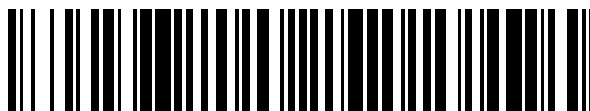


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 556 009**

51 Int. Cl.:

F15B 9/10 (2006.01)

B21D 28/20 (2006.01)

B21D 28/24 (2006.01)

B30B 15/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2008 E 08850334 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.10.2015 EP 2222963**

54 Título: **Máquina punzonadora CNC**

30 Prioridad:

15.11.2007 DE 102007054533

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

12.01.2016

73 Titular/es:

**HOERBIGER AUTOMATISIERUNGSTECHNIK
HOLDING GMBH (100.0%)
Südliche Römerstrasse 15
86972 Albstadt, DE**

72 Inventor/es:

KURZ, MANFRED

74 Agente/Representante:

RIERA BLANCO, Juan Carlos

ES 2 556 009 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Máquina punzonadora CNC.

5 La presente invención se refiere a una máquina punzonadora CNC con un bastidor de máquina, un asiento de pieza de trabajo dispuesto en él, un útil de punzonado en dos parte, que comprende un útil superior y un útil inferior, una unidad de accionamiento electrohidráulica, es decir, realizada en forma de un accionamiento electrohidráulico, la cual actúa sobre el útil superior, y un control numérico que actúa sobre la unidad de
10 accionamiento, pudiéndose mover el útil superior arriba y abajo a lo largo del eje de trabajo que discurre en la dirección Z mediante la unidad de accionamiento según un programa de punzonado almacenado en el control numérico.

Máquinas punzonadoras del tipo especificado anteriormente, que en el sentido de una
15 comprensión amplia de la terminología usada en cuestión pueden ser máquinas punzonadoras en el sentido amplio, es decir, inclusive así denominadas máquinas contorneadoras, se conocen en distintas realizaciones. Respecto al estado de la técnica, nominalmente también en lo que se refiere la realización de la unidad de accionamiento hidráulica, se remite en particular al documento DE 20122687 U1, el DE 3221758 a1, el
20 DE 3535258 A1, el GB 2197814 A, el DE 4127753 A1 y el DE 3438600 C2.

Frente a las máquinas punzonadoras con unidad de accionamiento puramente mecánica (por ejemplo mediante excéntrica), las máquinas punzonadoras CNC con unidad de accionamiento electrohidráulica se destacan en particular porque la cámara del útil superior - y eventualmente también su desarrollo de movimiento (velocidad de movimiento) - se puede programar libremente dentro de límites específicos de la máquina. Esto es un punto de vista significativo con vistas a un mecanizado eficiente de piezas de chapa u otras piezas de trabajo; pues de este modo se pueden evitar cámaras en vacío ineficientes. A este respecto, en las unidades de accionamiento electrohidráulicas típicas de máquinas punzonadoras genéricas está previsto un cilindro hidráulico que actúa doblemente, cuya aplicación se controla con el líquido hidráulico por una así denominada válvula copiadora. La válvula copiadora se forma a este respecto por una válvula multivía separada, que se regula por su lado mediante un transductor electrodinámico (p. ej. un electroimán). A este respecto, típicamente está prevista una
35 regulación de la unidad de accionamiento con una realimentación de serial (en particular mecánica) que comprende un captador que detecta la posición del pistón del cilindro hidráulico.

El documento EP 0296104 A1 da a conocer un servoamplificador lineal hidráulico con pistón guiado en un agujero cilíndrico de una carcasa, que comprende un vástago de pistón, tal servoamplificador es apropiado para la aplicación en una máquina punzonadora CNC con las características del preámbulo de la reivindicación 1.

En un agujero coaxial del vástago de pistón se puede desplazar una corredera de control configurada como cilindro hueco, cuyas ventanas forman bordes de control que cooperan con bordes de control correspondientes, formados por las aberturas previstas a ambos lados del pistón en el vástago de pistón. Sobre la corredera de control actúa un vástago de accionamiento que se puede regular por su lado mediante un motor paso a paso. Junto muchas otras aplicaciones concebibles, el documento EP 0296104 A1 también
50 menciona máquinas herramienta para el estampado, perforado, contorneado, plegado y punzonado rápido como una aplicación posible del servoamplificador en cuestión.

El documento DE 1027951 da a conocer un control rápido hidráulico para prensas hidráulicas y similares. Este comprende una corredera de control guiado de forma desplazable en la carcasa, para cuya regulación sirve un accionamiento que comprende un electroimán. El imán del accionamiento está conectado en el lado final con la corredera de control.

Las máquinas punzonadoras CNC conocidas del estado de la técnica solo satisfacen de forma limitada los requisitos crecientes progresivamente de los usuarios, que dan importancia en particular a potencia mas elevada (p. ej. fuerzas de punzonado hasta o incluso por encima de 30t), rentabilidad y exactitud de fabricación (reproductibilidad), estando incluidos bajo el aspecto de la rentabilidad diversos puntos de vista, como en particular coste de adquisición y mantenimiento, costes de funcionamiento, fiabilidad y velocidad de fabricación (p. ej. hasta o incluso mas de 20 ciclos de trabajo por segundo).

Frente al estado de la técnica expuesto anteriormente, la presente invención tiene correspondientemente el objetivo de proporcionar una máquina punzonadora genérica, que de manera especial satisfaga los requisitos técnicos existentes por parte del usuario, en tanto que se destaque en particular por la posibilidad de fuerzas de punzonado elevadas con al mismo tiempo una dinámica especialmente elevada, estando construida adicionalmente la unidad de accionamiento para el útil superior de forma comparablemente robusta, sencilla y fiable y pudiéndose aplicar técnicamente los programas de punzonado con máxima precisión.

El planteamiento del objetivo especificado anteriormente se resuelve según la invención mediante la máquina punzonadora CNC especificado en la reivindicación 1. Correspondientemente la unidad de accionamiento de la máquina punzonadora CNC según la invención comprende un accionamiento directo lineal eléctrico controlado por el control numérico con un eje de motor que discurre en la dirección Z y una etapa amplificadora hidromecánica, intercalada entre el rotor del accionamiento directo lineal eléctrico y el útil superior, conectada a un suministro de medio a presión y que presenta un cilindro y un pistón, actuando el rotor del accionamiento directo lineal eléctrico directamente sobre una corredera de control, dispuesta al menos parcialmente en el interior del pistón de la etapa amplificadora hidromecánica, guiada de forma desplazable en la dirección Z en un agujero de guiado y que presenta dos primeros bordes de control, los cuales cooperan con segundos bordes de control correspondientes, configurados en el agujero de guiado para la configuración de una regulación secuencial hidráulica. Una de las características especialmente caracterizadoras para la máquina punzonadora según la invención consiste en que están previstas cooperando entre sí en combinación, adaptadas una a otra una etapa amplificadora hidromecánica, cuyo pistón actúa sobre el útil superior, y una etapa inicial en forma de un accionamiento directo lineal eléctrico real, es decir, de un motor lineal real, cuyo rotor (actuador lineal o lineador) actúa directamente sobre una corredera de control dispuesta al menos parcialmente en el interior del pistón de la etapa amplificadora hidromecánica, guiada de forma desplazable en la dirección Z en un agujero de guiado. La corredera de control presenta dos primeros bordes de control que cooperan con los segundos bordes de control configurados en el orificio de guiado donde, debido a la cooperación de los primeros y los segundos bordes de control en el sentido de una regulación secuencial hidráulica, un desplazamiento de la corredera de control en la dirección Z arrastra consigo como resultado - directamente o indirectamente (véase abajo), un ajuste del pistón de la etapa amplificadora hidromecánica. El desplazamiento de la corredera de control mediante el accionamiento directo lineal eléctrico a lo largo de la dirección Z se convierte por tanto 1:1 en un movimiento

correspondiente, idéntico en cuanto a la dirección y el valor, del pistón de la etapa amplificadora hidromecánica. Como resultado de ello las máquinas punzonadoras según la invención se destacan en particular por una estructura comparablemente sencilla y robusta y una elevada fiabilidad durante el funcionamiento. Al mismo tiempo pueden ser
5 extraordinariamente compactas y trabajar de forma especialmente precisa; pues en particular no se requiere una realimentación de señales, que puede repercutir de forma desventajosa tanto con vistas a la dinámica del programa de punzonado posible, como también con vistas a su precisión. Mejor dicho el programa de punzonado almacenado en el control numérico se convierte directamente, es decir, sin una realimentación de señales
10 en el sentido de un circuito de regulación, en un movimiento de la corredera de control y un movimiento que le sigue a este 1:1 del pistón de la etapa amplificadora hidromecánica.

Además, el rotor del accionamiento directo lineal eléctrico está recibido en un manguito conectado de forma estanca con el componente de cilindro de la etapa amplificadora
15 hidromecánica, que atraviesa el estator del accionamiento directo lineal eléctrico y cuyo espacio interior está conectado con un espacio a baja presión de la etapa amplificadora hidromecánica que contiene un líquido hidráulico, o - en lugar de recibir (solo) el rotor del accionamiento directo lineal eléctrico en el manguito lleno de líquido hidráulico de la manera explicada anteriormente - el accionamiento directo lineal eléctrico está colocado
20 en conjunto en una carcasa conectada de forma estanca con el componente de cilindro de la etapa amplificadora hidromecánica, cuyo espacio interior está conectado con un espacio a baja presión de la etapa amplificadora hidromecánica que contiene un líquido hidráulico. En la alternativa mencionada en primer lugar se origina un intercambio - favorecido eventualmente por el movimiento oscilante del vástago de acoplamiento - del
25 líquido hidráulico entre el espacio a baja presión de la etapa amplificadora hidromecánica y el manguito mencionado, que circunda el rotor del accionamiento directo lineal eléctrico, por lo que se puede provocar una refrigeración efectiva del accionamiento directo lineal eléctrico mediante el líquido hidráulico renovado continuamente. Lo último es válido en particular cuando el manguito mencionado se recibe de forma termoconductora en el
30 estator del accionamiento directo lineal eléctrico. En tanto que de esta manera se pueden reducir las oscilaciones de temperatura a un mínimo en el accionamiento directo lineal eléctrico, se aumenta de nuevo la reproducibilidad y por consiguiente la precisión de la unidad de accionamiento de la máquina punzonadora. Al mismo tiempo se pueden usar componentes comparativamente compactos, lo que es favorable no solo con vistas al
35 espacio constructivo necesario, sino mejor dicho también con vistas a la dinámica de la máquina, ya que se pueden minimizar las masas móviles. Un efecto similar se puede conseguir con la alternativa mencionada en segundo lugar.

Un primer perfeccionamiento preferido de la máquina punzonadora según la invención se destaca porque el estator del accionamiento directo lineal eléctrico está conectado de
40 forma fija con una pared frontal del componente de cilindro de la etapa amplificadora hidromecánica. Las ventajas especiales de este perfeccionamiento consisten en una estructura especialmente compacta y una precisión máxima de la máquina; pues mediante el adosado directo del estator del accionamiento directo lineal eléctrico en la
45 pared frontal del cilindro de la etapa amplificadora hidromecánica se producen recorridos de carga extremadamente cortos y se pueden evitar ampliamente influencias que podrían repercutir de forma desventajosa sobre la precisión de la máquina. Esto es válido nominalmente luego cuando, según un perfeccionamiento preferido de nuevo de la invención, el rotor del accionamiento directo lineal eléctrico está conectado de forma fija
50 con la corredera de control a través de un vástago de acoplamiento que atraviesa la pared frontal del cilindro.

A este respecto, el vástago de acoplamiento descrito anteriormente, que conecta de forma fija el rotor del accionamiento directo lineal eléctrico con la corredera de control, atraviesa de forma especialmente preferida un espacio a baja presión del cilindro de la etapa amplificadora hidromecánica, sometido esencialmente a la presión de retorno. De esta manera solo se plantean requisitos comparablemente bajos en la obturación del vástago de acoplamiento respecto al componente de cilindro.

Correspondientemente en la zona de la obturación no actúan fuerzas de fricción mencionables sobre el vástago de acoplamiento, lo que repercute favorablemente tanto con vistas a la dinámica de la máquina punzonadora, como también con vistas a su precisión (reproductibilidad).

En el marco de la realización según la invención de la máquina punzonadora CNC, incluso no está prevista en absoluto una obturación en la zona del paso del vástago de acoplamiento a través de la pared frontal del cilindro.

Según otro perfeccionamiento preferido de la invención está previsto que la conexión de retorno de la etapa amplificadora hidromecánica este dispuesta en la zona de la pared frontal del componente de cilindro, siendo atravesada la corredera de control de la etapa amplificadora hidromecánica por su flujo de retorno. Las ventajas especiales de este diseño se encuentran, por un lado, en una altura constructiva especialmente baja de la etapa amplificadora hidromecánica y las masas móviles minimizadas de este modo y, por otro lado, en que en el sentido del diseño explicado mas arriba se puede implementar con un esfuerzo mínimo que el vástago de acoplamiento atraviese un espacio a baja presión del cilindro de la etapa amplificadora hidromecánica, sometido esencialmente a la presión de retorno.

En el marco de la presente invención entran en consideración distintas configuraciones de la etapa amplificadora hidromecánica. En particular la etapa amplificadora hidromecánica puede estar realizada en una etapa o también en dos etapas. Los segundos bordes de control están dispuestos de forma fija al pistón en una realización en una etapa de la etapa amplificadora hidromecánica. De esta manera el pistón de la etapa amplificadora hidromecánica sigue directamente el movimiento de la corredera de control. A este respecto, es especialmente favorable que el agujero de guiado, en el que está guiada la corredera de control, este realizado en dos partes con una primera sección fija al cilindro y una segunda sección fija al pistón. Comparado con un agujero de guiado en una pieza, de esta manera se puede reducir sustancialmente la longitud total del agujero de guiado. Esto conduce al mismo tiempo a una reducción de todas las dimensiones de la etapa amplificadora hidromecánica y a una reducción de las masas móviles. Además, se producen significativas ventajas técnicas en la fabricación. A este respecto, es especialmente favorable que la primera sección del agujero de guiado este realizada en un casquillo de guiado insertado en el cilindro, que de manera limitada puede compensar eventualmente las deformaciones debidas al funcionamiento y/o tolerancias de fabricación debidas a la elaboración mediante la modificación de su posición respecto al componente de cilindro.

Si la etapa amplificadora hidromecánica está realizada correspondientemente en dos etapas, entonces la corredera de control - accionada por el accionamiento directo lineal eléctrico - representa una corredera de precontrol, y los segundos bordes de control están realizados en un casquillo de control realizado de forma desplazable en el pistón a lo largo del eje de trabajo, que presenta por su lado dos terceros bordes de control, que

cooperan con dos cuartos bordes de control correspondientes del pistón para la configuración de una regulación secuencial hidráulica. En esta configuración el pistón de la etapa amplificadora hidromecánica solo sigue el movimiento de la corredera de control indirectamente, en tanto que el casquillo de control sigue el movimiento de la corredera de control y el pistón el movimiento del casquillo de control. Los primeros y segundos bordes de control que cooperan entre sí solo controlan de esta manera una circulación comparablemente pequeña de líquido hidráulico, a saber aquel caudal que se requiere para el ajuste del casquillo de control. El caudal que sirve para el ajuste del pistón de la etapa amplificadora hidromecánica se controla correspondientemente mediante los terceros y cuartos bordes de control que cooperan entre sí. En esta forma de realización también es ventajoso de nuevo que la corredera de control este guiada en un agujero de guiado en dos partes, estando previstas aquí una primera sección fija al cilindro y una segunda sección fija al casquillo de control. La primera sección del agujero de guiado puede estar realizada de nuevo preferiblemente en un casquillo de guiado insertado en el cilindro.

En una realización en dos etapas de la etapa amplificadora hidromecánica están previstos preferiblemente dos topes, que limitan el movimiento del casquillo de control en relación al pistón en la dirección del eje de trabajo en una fracción determinada de la carrera de trabajo máxima del pistón. Tales topes son especialmente ventajosos siempre que (en una carrera máxima predeterminada del pistón) posibiliten una longitud constructiva mas corta de la etapa amplificadora hidromecánica, comparado con una forma de realización sin topes semejantes. Con vistas a esta función se puede limitar, por ejemplo, toda la zona de movimiento del casquillo de control en relación al pistón en una fracción del 5% al 25%, especialmente preferiblemente del 10% al 15% de la carrera máxima predeterminada del pistón, de modo que por ejemplo en una carrera del pistón máxima diseñada de 40 mm, el casquillo de control se puede mover fuera de una posición cero, en la que los terceros y cuartos bordes de control se alinean idealmente unos respecto a otros, en ambas direcciones en respectivamente 2,5 mm (6,25% de la carrera del pistón) en relación al pistón. En caso de necesidad también puede estar prevista una limitación asimétrica de la posibilidad de movimiento del casquillo de control en relación al pistón mediante los topes mencionados.

A continuación se explica mas en detalle la presente invención mediante cuatro ejemplos de realización preferidos, ilustrados en el dibujo. A este respecto muestran

Fig. 1 una sección esquemática a través de una unidad de accionamiento, realizada según una primera forma de realización, de una máquina punzonadora según la invención,

Fig. 1a un fragmento de detalle de la fig. 1,

Fig. 2 el ejemplo de realización representado esquemáticamente en la fig. 1 de la unidad de accionamiento de una máquina punzonadora con detalles constructivos adicionales,

Fig. 3 una sección a través de una unidad de accionamiento, realizada según una segunda forma de realización, de una máquina punzonadora según la invención,

Fig. 4 una sección a través de una unidad de accionamiento, realizada según una tercera forma de realización y que presenta una etapa amplificadora hidromecánica de dos etapas, de una máquina punzonadora según la invención,

Fig. 4a y fig. 4b fragmentos de detalle de la fig. 4, y

Fig. 5 una sección a través de una unidad de accionamiento, realizada según una cuarta forma de realización y que presenta una etapa amplificadora hidromecánica de dos etapas, de una máquina punzonadora según la invención.

Después de que la máquina punzonadora CNC según la invención se destaca por su accionamiento que actúa sobre el útil superior, en tanto que por lo demás puede estar realizada convencionalmente de manera conocida como tal, la explicación siguiente de ejemplos de realización mediante el dibujo se limita a su ámbito relevante para la presente invención. Con vistas a los puntos de vista amplios de la máquina punzonadora correspondiente, de la que en el dibujo solo se muestran por tanto el útil superior 1 y el útil inferior 2, se remite al estado de técnica suficientemente conocido.

Para mover el útil superior 1 (insertado en el porta-útil) arriba y abajo a lo largo del eje de trabajo 5 que discurre en la dirección Z 4 - para el mecanizado de la pieza de trabajo W - según un programa de punzonado almacenado en un control numérico 3, está prevista una unidad de accionamiento 6 electrohidráulica que actúa sobre el útil superior 1 y sobre la que por su lado actúa el control numérico 3. La unidad de accionamiento electrohidráulica comprende como componentes principales una etapa inicial en forma de un accionamiento directo lineal 7 eléctrico y una etapa amplificadora 10 hidromecánica que presenta un cilindro 8 (en dos partes) y un pistón 9. El accionamiento directo lineal 7 eléctrico, cuyo eje de motor 11 discurre en la dirección Z está excitado directamente por el control numérico 3, de manera que su rotor 12 adopta una posición definida en la dirección Z conforme a la excitación correspondiente por parte del control numérico 3.

La etapa amplificadora 10 hidromecánica - intercalada entre el rotor 12 del accionamiento directo lineal 7 eléctrico y el útil superior 1 - está conectada con un suministro de medio a presión 13, que de manera conocida como tal comprende un motor 14, una bomba 16 accionada por este, que aspira el líquido hidráulico del depósito 15, una válvula de retención 17 y un depósito a presión 18. Entre el cilindro 8 y el pistón 9 de la etapa amplificadora 10 hidromecánica están definidos dos espacios de trabajo, a saber un primer espacio de trabajo 19 anular y un segundo espacio de trabajo 20 - igualmente anular. El pistón está realizado en este caso en el sentido de pistón diferencial, cuando la superficie frontal total 21 del pistón 9 determinada en la dirección Z, que limita el primer espacio de trabajo 19 es esencialmente menor que la superficie frontal total 22 del pistón - determinada igualmente en la dirección Z - que delimita el segundo espacio de trabajo 20.

En el primer espacio de trabajo 19 reina continuamente la presión de funcionamiento del suministro de medio a presión 13. Por otro lado el segundo espacio de trabajo 20, para provocar un movimiento del pistón 9 a lo largo de la dirección Z, se conecta de forma controlada o por técnica de flujo con el suministro de medio a presión 13, según se describe a continuación en detalle, de modo que en el reina la presión de funcionamiento del suministro de medio a presión y el pistón 9 se mueve hacia abajo junto con el útil superior 1, o con técnica de flujo se puede conectar con el depósito 15, por lo que en el reina la presión de retorno y el pistón 9 se mueve hacia arriba junto con el útil superior 1. Con esta finalidad está prevista una corredera de control 23, que está dispuesta en el interior del pistón 9 de la etapa amplificadora 10 hidromecánica y se puede desplazar a lo largo del eje de trabajo 5, es decir, en la dirección Z. A este respecto, la corredera de control 23 esta guiada en un agujero de guiado, y a saber con un collar superior 24 en

una primera sección superior 25 del agujero de guiado y con un collar inferior 26 en una segunda sección inferior 27 del agujero de guiado. A este respecto, la primera sección 25 del agujero de guiado está realizada de forma fija al cilindro, en tanto que está formada mediante la superficie interior 28 de un casquillo de guiado 28 insertado en el cilindro 8.

5 La segunda sección 27 del agujero de guiado está realizada correspondientemente de forma fija al pistón, en tanto que está formada por la superficie interior inferior 30 de un agujero ciego 31 escalonado, dispuesto en el pistón 9. Como resultado de esta manera existe un agujero de guiado en dos partes para la corredera de control 23. La superficie exterior 32 del casquillo de guiado 29 está en contacto por otro lado de forma estanca

10 con la superficie interior superior 33 del agujero ciego 31 escalonado del pistón 9.

Un espacio a alta presión 36 está definido por el collar superior 24 y el collar inferior 26 de la corredera de control 23, cuya superficie exterior 34 se sitúa entre el collar superior y el inferior, las secciones, que se sitúan entre el collar superior y el inferior, de la superficie interior 28 del casquillo de guiado 29 y de la superficie interior superior 33 y de la superficie interior inferior 30 del orificio ciego 31, así como la superficie frontal 53 del casquillo de guiado 29 y el resalto 35 del orificio ciego 31. Este espacio a alta presión está conectado continuamente con el primer espacio de trabajo 19 a través de una

15 multiplicidad de los orificios radiales 37, de los que solo está representado uno por motivos de claridad, de modo que en el reino continuamente la presión de funcionamiento del suministro de medio a presión 13. A este respecto, con vistas al modo de funcionamiento explicado mas abajo, la proyección en la dirección Z de la superficie del espacio a alta presión 36 definida por el resalto 35 es esencialmente menor que la proyección en la dirección Z de la superficie frontal 21 del pistón que limita el primer

20 espacio de trabajo 19.

25

En el collar inferior 26 de la corredera de control están configurados dos primeros bordes de control 38, a saber un primer borde de control superior 38a y un primer borde de control inferior 38b. Estos cooperan con dos bordes de control 39 que se corresponden

30 con ellos, a saber un segundo borde de control superior 39a y un segundo borde de control inferior 39b, que están realizados en una ranura anular 40 dispuesta en la zona de la superficie interior inferior 30 del agujero ciego 31 en el pistón. La ranura anular 40 está continuamente en conexión con el segundo espacio de trabajo 20 a través de una multiplicidad de agujeros axiales 41, de las que solo está representado uno por motivos

35 de claridad.

Una cavidad 42 de la etapa amplificadora 10 hidromecánica, delimitada en particular por el collar superior 24 de la corredera de control 23 y la zona de la superficie interior 28 del casquillo de guiado 29 situada por encima del collar 24 de la corredera de control, está en conexión con una conexión de retorno 45 dispuesta en la zona de la pared frontal 44 del cilindro 8, conectada con el deposito 15 para el líquido hidráulico a través de un orificio radial 43. Por consiguiente representa un espacio a baja presión superior 46, en el que reina esencialmente la presión de retorno. La corredera de control 23 está perforada en la

40 dirección longitudinal; el orificio longitudinal 47 correspondiente, que está conectado al espacio a baja presión superior 46 a través de pasos 54, desemboca en el extremo inferior de la corredera de control 23 en un espacio a baja presión inferior 48, que está limitado en particular por el collar inferior 26 de la corredera de control 23, la zona de la superficie interior inferior 30 del agujero ciego 31 que se sitúa por debajo del collar inferior de la corredera de control y la superficie frontal 49 del agujero ciego 31. En el espacio a

45 baja presión inferior 48 también reina por consiguiente esencialmente la presión de retorno.

50

El estator 52 del accionamiento directo lineal 7 eléctrico está conectado de forma fija con la pared frontal 44 del cilindro 8 de la etapa amplificadora 10 hidromecánica. El accionamiento directo lineal 7 eléctrico está rodeado además por una carcasa 49 conectada de forma estanca con el cilindro 8. El rotor 12 del accionamiento directo lineal 7 eléctrico está conectado de forma fija con la corredera de control a través de un vástago de acoplamiento 50, que atraviesa la pared frontal 44 del cilindro 8 y el espacio a baja presión superior 46. El orificio 51 previsto en la pared frontal 44 del cilindro 8, a través del que sale el vástago de acoplamiento 50 del cilindro, está dimensionado de modo que es posible un intercambio del líquido hidráulico entre el espacio a baja presión superior 46 y el interior de la carcasa 49.

Si el accionamiento directo lineal 7 eléctrico se excita por el control 3, de modo que el rotor 12 se mueve hacia abajo en una medida determinada en el programa de punzonado almacenado, entonces este movimiento se transmite a través del vástago de acoplamiento 50 de forma idéntica sobre la corredera de control 23. De este modo entre el primer borde de control superior 38a y el segundo borde de control superior 39 se origina una hendidura anular, a través de la que se conecta la ranura anular 40 con el espacio a alta presión 36. Correspondientemente el líquido hidráulico fluye del espacio a alta presión a través de la ranura anular 40 y los orificios axiales 41 al segundo espacio de trabajo 20, por lo que el pistón 8 se mueve hacia abajo. A este respecto, el movimiento del pistón 8 concuerda de forma idéntica con aquella medida en la que se ha desplazado la corredera de control 23; pues el movimiento hacia abajo del pistón termina cuando el primer borde de control superior 38a y el segundo borde de control superior 39a se alinean de nuevo uno respecto a otro y cierran de nuevo la hendidura anular descrita anteriormente.

Lo contrario es válido: Si el accionamiento directo lineal eléctrico se excita por el control 3, de modo que el rotor 12 se mueve hacia arriba en una medida determinada en el programa de punzonado almacenado, entonces este movimiento se transmite a través del vástago de acoplamiento 50 de forma idéntica sobre la corredera de control 23. De este modo entre el primer borde de control inferior 38b y el segundo borde de control inferior 39b se origina una hendidura anular a través de la que se conectan la ranura anular 40 con el espacio a baja presión inferior 48. Correspondientemente a través de los orificios axiales 41, la ranura anular 40, el espacio a baja presión inferior 48, el agujero longitudinal 47 de la corredera de control 23, el espacio a baja presión superior 46 y el agujero radial 43 se realiza una compensación de presión entre el segundo espacio de trabajo 20 y la conexión de retorno 45, de modo que en el segundo espacio de trabajo 20 reina la presión de retorno. El pistón 8 se desplaza hacia arriba debido a la presión de funcionamiento del suministro de medio a presión 13 que reina en el primer espacio de trabajo 19. A este respecto, el movimiento del pistón 8 concuerda de forma idéntica con aquella medida en la que se ha desplazado hacia arriba la corredera de control 23; pues el movimiento hacia arriba del pistón termina cuando el primer borde de control inferior 38b y el segundo borde de control inferior 39b se alinean de nuevo uno respecto a otro y cierran de nuevo la hendidura anular descrita anteriormente. El líquido hidráulico desplazado del segundo espacio de trabajo 20 durante el movimiento hacia arriba correspondiente del pistón 8 fluye de vuelta al depósito 15 a través de agujeros axiales 41, la ranura anular 40, el espacio a baja presión inferior 48, el orificio longitudinal 47 de la corredera de control 23, el espacio a baja presión superior 46 y el orificio radial 43. Al mismo tiempo el líquido hidráulico fluye del suministro de medio a presión 13 al primer espacio de trabajo 19.

Las explicaciones de la fig. 1 son validas de manera correspondiente para la forma de realización ilustrada en la fig. 2. Por ello para evitar repeticiones se remite a las realizaciones anteriores. En este sentido solo se deben destacar tres modificaciones. Por un lado, en la fig. 2 se muestra que el casquillo de guiado 29 no está realizado de forma continuamente cilíndrica en su superficie exterior, sino que mejor dicho presenta un collar superior 55, un collar inferior 56 y en medio una zona 57 con un diámetro exterior reducido; con ello están unidas tanto ventajas técnicas en la fabricación, como también ventajas técnicas en el funcionamiento, que resultan en particular de requisitos reducidos en la tolerancia de fabricación. Además, la sección inferior 27 del agujero de guiado no está realizada directamente en el pistón 9, sino mejor dicho en un casquillo de pistón 58 introducido a presión de forma fija en el pistón 9. Correspondientemente, los segundos bordes de control 39 no están constituidos en esta forma de realización por los bordes de la ranura anular 40; mejor dicho el casquillo 58 presenta pasos radiales 59, estando formados los segundos bordes de control superiores 39a y los segundos bordes de control inferiores 39b por los bordes correspondientes de los pasos 59. Con esto también están unidas de nuevo las ventajas técnicas de la fabricación. Finalmente la forma de realización según la fig. 2 presenta, en la zona del paso del vástago de acoplamiento 50 a través de la pared frontal 44 del cilindro 8, un inserto E separado que puede estar adaptado a los requisitos específicos en referencia a una posible obturación y/o guiado del vástago de acoplamiento 50.

La forma de realización según la fig. 3 se corresponde de nuevo esencialmente con la forma de realización según la fig. 2. En este sentido para evitar repeticiones se remite a las realizaciones anteriores. Con vistas a la fig. 3 solo se deben destacar dos modificaciones apreciables. Y a saber aquí, por un lado, la conexión de retorno 60 no está dispuesta en la zona de la pared frontal 44 del cilindro 8, sino mejor dicho en la zona del extremo inferior del cilindro 8. Correspondientemente el espacio a baja presión inferior 48 aquí está conectado con la conexión de retorno 60 que desemboca en la ranura anular 62 a través de orificios radiales 61 dispuestos en el pistón 9 que - en cada posición del pistón 9 en relación al cilindro 8 - están conectados con técnica de flujo con una ranura anular 62 dispuesta en el cilindro. En esta forma de realización, la corredera de control 23 no está atravesada por el flujo de retorno del líquido hidráulico que se origina en el movimiento hacia arriba del pistón 9. Mejor dicho aquí el orificio longitudinal 63 que atraviesa la corredera de control solo tiene la tarea de encargarse de una compensación de la presión entre la cámara a baja presión inferior 48 y la cámara a alta presión superior 46. Un flujo (de compensación) dentro del orificio longitudinal 63 solo se ajusta correspondientemente y durante el desplazamiento de la corredera de control 23 en el orificio de guiado.

Además, la forma de realización según la fig. 3 también se diferencia de aquellas según las fig. 1 y 2 en particular porque el accionamiento directo lineal eléctrico no está colocado en conjunto en una carcasa conectada de forma estanca con el componente de cilindro de la etapa amplificadora hidromecánica, cuyo espacio interior está conectado a un espacio a baja presión de la etapa amplificadora hidromecánica que contiene el líquido hidráulico, sino que aquí mejor dicho (solo) el rotor 12 del accionamiento directo lineal 7 eléctrico está recibido en el manguito B, que está conectado de forma estanca con la pared frontal 44 del componente de cilindro de la etapa amplificadora hidromecánica y atraviesa el estator 52 del accionamiento directo lineal eléctrico. Entre el espacio interior del manguito B y el espacio a baja presión superior 46 de la etapa amplificadora hidromecánica tiene lugar un intercambio continuo del líquido hidráulico. En la zona superior del manguito B está indicada un elemento de compensación en forma de fuelle,

que se puede deformar conforme al movimiento del rotor 12, de modo que la dinámica del movimiento del rotor no se menoscaba por el líquido hidráulico presente en el manguito.

5 En lo que se refiere a la forma de realización representada en la fig. 4, entonces esta se diferencia de la forma de realización según la fig. 3 en particular porque aquí está prevista una etapa amplificadora 110 hidromecánica de dos etapas. La forma de realización se representa en detalle, en tanto que sus componentes y su función no se revelan sin más de las explicaciones válidas de manera correspondiente de las formas de realización descritas anteriormente, con cuya finalidad las piezas iguales funcionalmente se han
10 caracterizado con una referencia aumentada en 100 respecto a las fig. 1 a 3, como sigue:

La etapa amplificadora 110 hidromecánica intercalada entre el rotor 12 del accionamiento directo lineal 107 eléctrico y el útil superior 101, conectada a un suministro de medio a presión 113 comprende un cilindro 108 y un pistón 109 con el porta-útil 100. Entre el
15 cilindro 108 y el pistón 109 están definidos dos espacios de trabajo, a saber un primer espacio de trabajo 119 anular y un segundo espacio de trabajo 120 - igualmente anular. En el primer espacio de trabajo 119 reina continuamente la presión de funcionamiento del suministro de medio a presión 113. Correspondientemente el segundo espacio de trabajo 120, para provocar un movimiento del pistón 109 a lo largo de la dirección Z, se conecta
20 de forma controlada o por técnica de flujo con el suministro de medio a presión 113, según se describe a continuación en detalle, de modo que en el reino la presión de funcionamiento del suministro de medio a presión y el pistón 109 se mueve hacia abajo junto con el útil superior 101, o con técnica de flujo se puede conectar con el depósito 115, por lo que en el reino la presión de retorno y el pistón 109 se mueve hacia arriba
25 junto con el útil superior 101. Con esta finalidad está prevista una corredera de control 123 realizada como corredera de precontrol, que se puede desplazar a lo largo del eje de trabajo 105, es decir, en la dirección Z. A este respecto, la corredera de control 123 está guiada en un agujero de guiado, y a saber con un collar superior 124 en una primera sección superior 125 del agujero de guiado y con un collar inferior 126 en una segunda
30 sección inferior 127 del agujero de guiado. A este respecto, la primera sección 125 del orificio de guiado está realizada de forma fija al cilindro, en tanto que está formada por la superficie interior 128 de un casquillo de guiado 129 insertado en el cilindro 108. La segunda sección 127 del orificio de guiado está realizada por otro lado de forma desplazable en la dirección Z, en tanto que está formada por la superficie interior superior
35 170 de un casquillo de control 171, que por su lado está guiado de forma desplazable a lo largo de la dirección Z en un casquillo de pistón 172 introducido a presión de forma fija en el pistón 109. Como resultado de esta manera existe un agujero de guiado en dos partes para la corredera de control 123.

40 En la zona del extremo inferior del casquillo de guiado 129 está configurado un reborde 173 en el que, por un lado, se realiza una amplia obturación del casquillo de guiado 129 respecto a la zona superior de la superficie exterior 187o casquillo de control 171 y, por otro lado, una amplia obturación del casquillo de guiado 129 respecto a la superficie interior 175 del casquillo de pistón 172.

45 Un espacio a alta presión 176 está definido por el collar superior 124 y el collar inferior 126 de la corredera de control 123, cuya superficie exterior 134 se sitúa entre el collar superior y el inferior, las secciones, que se sitúan entre el collar superior y el inferior, de la superficie interior 128 del casquillo de guiado 129 y de la superficie interior superior 170 del casquillo de control 171. Este espacio a alta presión 177 está conectado
50 continuamente con la conexión de medio a presión 178 a través de un orificio 177, de

modo que en el reina continuamente la presión de funcionamiento del suministro de medio a presión 113. Además, la presión de funcionamiento del suministro de medio a presión 113 reina continuamente en un espacio a alta presión inferior interior 179 que está limitado por la superficie interior inferior 180 del casquillo de control 171, un
5 obturador superior 181, la superficie interior inferior 182 del casquillo de pistón 172, un obturador inferior 183 y la superficie frontal 184 del casquillo de control 171. Para ello el espacio a alta presión inferior interior 179 está conectado a través de los orificios radiales 185 que atraviesan el casquillo de control 171 con un espacio a alta presión exterior 186 anular, que está configurado entre la superficie interior 175 del casquillo de pistón 172 y
10 la zona central de la superficie exterior 187m del casquillo de control 171 que se sitúa entre un collar superior 188 y collar inferior 189 y - en cada posición del casquillo de control 171 en relación al casquillo de pistón 172 - está conectado con el primer espacio de trabajo 119 a través de los orificios radiales 190 que atraviesan el casquillo de pistón 172 y el pistón 199.

15 Por encima del obturador superior 181, dentro del casquillo de control 171 existe un espacio a baja presión interior 191, que está en conexión a través del orificio longitudinal 147 que atraviesa la corredera de control 123 con el espacio a baja presión superior 146, que está en conexión por su lado con la conexión de retorno 145 a través de un orificio
20 192. De esta manera en el espacio a baja presión interior 191 reina esencialmente la presión de retorno.

Igualmente la presión de retorno reina en el espacio a baja presión inferior 148 anular, que está limitado por la superficie interior 174 del casquillo de pistón 172, el collar central 189 y el collar inferior 193 del casquillo de control 171, así como la zona inferior de la
25 superficie exterior 187u del casquillo de control 171, que se sitúa entre el collar central 189 y el collar inferior 193, y está conectado con la conexión de retorno 145 a través de los orificios radiales 194 que atraviesan el casquillo de pistón 172 y el pistón 109 y una ranura anular 195.

30 Finalmente está previsto un espacio de control 196, que está limitado por la superficie interior 175 del casquillo de pistón 172, el collar superior 188 del casquillo de control 171, la zona superior de la superficie exterior 187o del casquillo de control que se sitúa por encima del collar superior 188 y el reborde 173 y en el que desembocan los pasos de
35 control interiores 197 que atraviesan radialmente el casquillo de control 171.

En el collar inferior 126 de la corredera de control 123 están configurados dos bordes de control 138, a saber un primer borde de control superior 138a y un primer borde de control inferior 138b. Estos cooperan con segundos bordes de control 139
40 correspondientes con ellos, a saber los segundos bordes de control superiores 139a y segundos bordes de control inferiores 139b, que están realizados en los pasos de control interiores 197 del casquillo de control 171.

En el collar central 189 del casquillo de control están realizados los terceros bordes de control 198, a saber un tercer borde de control superior 198a y un tercer borde de control inferior 198b. Estos cooperan con cuartos bordes de control 199 correspondientes, a
45 saber cuartos bordes de control superiores 199a y cuartos bordes de control inferiores 199b, que están configurados en los pasos de control exteriores 200 que atraviesan el casquillo de pistón 172 y se comunican con una ranura anular 140 dispuesta en el pistón
50 109 que está en conexión, por su lado, con el segundo espacio de trabajo 120 a través de varios orificios axiales 141 de los que solo está representado uno por claridad.

Si el accionamiento directo lineal 107 eléctrico se excita por el control 103, de modo que el rotor 112 se mueve hacia abajo en una medida determinada en el programa de punzonado almacenado, entonces este movimiento se transmite a través del vástago de acoplamiento 150 de forma idéntica sobre la corredera de control 123. De este modo
 5 entre el primer borde de control superior 138a y el segundo borde de control superior 139a se originan aberturas a través de las que se conecta el espacio de control 196 con el espacio a alta presión superior 176. Correspondientemente el líquido hidráulico fluye del espacio a alta presión superior 176 a través de los pasos de control interiores 197 al
 10 espacio de control 196 y de esta manera provoca un movimiento dirigido hacia abajo del casquillo de control 171. Con vistas a esta función se debe considerar que, en el sentido de las fuerzas hidráulicas que actúan sobre el casquillo de control, la proyección en la dirección Z de la superficie frontal 184 del casquillo de control y del obturador superior 181, que limita el espacio a alta presión inferior 179, lucha contra la proyección en la
 15 dirección Z de la superficie frontal del casquillo de control 171 que limita el espacio a alta presión superior 176, así como la superficie anular del collar superior 188 que limita el espacio de control. Por consiguiente es esencial para el funcionamiento que la suma de las superficies mencionadas en segundo lugar sea mayor que la suma de las superficies mencionadas en primer lugar, dado que en caso contrario el casquillo de control 171 no seguiría un movimiento de la corredera de control 123 hacia arriba. Esto se consigue
 20 porque el collar inferior 193 del casquillo de control 171 presenta un diámetro menor que el collar central y el superior 189 6 188, de modo que el orificio del casquillo de pistón presenta un resalto en la zona del espacio a baja presión inferior 148.

A este respecto, el movimiento, que realiza en conjunto el casquillo de control 171, concuerda de forma idéntica con aquella medida en la que se ha desplazado la corredera de control 123; pues el movimiento hacia abajo del casquillo de control termina cuando el primer borde de control superior 138a y el segundo borde de control superior 139a se alineen de nuevo uno respecto a otro y cierran de nuevo las aberturas descritas anteriormente. Mediante el desplazamiento del casquillo de control hacia abajo, entre los
 30 terceros bordes de control superiores 198a y los cuartos bordes de control superiores 199a se abren las aberturas a través de las que se conecta el espacio a alta presión 186 exterior anular con la ranura anular 140 a través de los pasos de control exteriores 200. Correspondientemente el líquido hidráulico fluye del espacio a alta presión exterior 186 anular a través de los pasos de control exteriores 200 vía la ranura anular 140 y los
 35 orificios axiales 141 al segundo espacio de trabajo 120, por lo que el pistón 108 se mueve hacia abajo. A este respecto, el movimiento del pistón 108 concuerda de forma idéntica con aquella medida en la que se ha desplazado la corredera de control 123 y correspondientemente el casquillo de control 171; pues el movimiento hacia abajo del pistón finaliza cuando el tercer borde de control superior 198a y el cuarto borde de control superior 199a se alinean de nuevo uno respecto a otro y cierran de nuevo las aberturas
 40 descritas anteriormente.

Lo contrario es válido: Si el accionamiento directo lineal 107 eléctrico se excita por el control 103, de modo que el rotor 112 se mueve hacia arriba en una medida determinada
 45 en el programa de punzonado almacenado, entonces este movimiento se transmite a través del vástago de acoplamiento 150 de forma idéntica sobre la corredera de control 123. De este modo entre el primer borde de control inferior 138b y el segundo borde de control inferior 139b se originan aberturas a través de las que se conecta el espacio de control 196 con el espacio a baja presión interior 191. Correspondientemente, a través de
 50 los pasos de control interiores 197, el orificio longitudinal 147 de la corredera de control 123, el espacio a baja presión superior 146 y el orificio 192 se realiza una compensación

de presión entre el espacio de control 196 y la conexión de retorno 145, de modo que en el espacio de control 196 reina la presión de retorno. El casquillo de control 171 se desplaza hacia arriba debido a la presión de funcionamiento del suministro de medio a presión 113 que reina en el espacio a alta presión inferior interior 179. Para este movimiento del casquillo de control 171 hacia arriba (con espacio de control 196 sin presión) es suficiente que la proyección en la dirección Z de la superficie frontal 184, que limita el espacio a alta presión inferior 179, del casquillo de control 171 y del obturador superior 181 sea mayor que la proyección en la dirección Z de la superficie frontal del casquillo de control 171 que limita el espacio a alta presión superior 176. A este respecto, el movimiento del casquillo de control 171 concuerda de forma idéntica con aquella medida en la que se ha desplazado hacia arriba la corredera de control 123; pues el movimiento hacia arriba del casquillo de control 171 termina cuando el primer borde de control inferior 138b y el segundo borde de control inferior 139b se alinean de nuevo uno respecto a otro y cierran de nuevo las aberturas descritas anteriormente. El líquido hidráulico desplazado del espacio de control 196 en el movimiento hacia arriba correspondiente del casquillo de control 171 fluye de vuelta al depósito 115 a través del orificio longitudinal 147 de la corredera de control 123, el espacio a baja presión superior 146 y el orificio 192. Al mismo tiempo el líquido hidráulico fluye desde el suministro de medio a presión 113 al espacio a alta presión inferior interior 179. Mediante el desplazamiento del casquillo de control 171 hacia arriba, entre los terceros bordes de control inferiores 198b y los cuartos bordes de control inferiores 199b se abren las aberturas a través de las que se conecta el espacio a baja presión inferior 148 anular con la ranura anular 140 a través de los pasos de control exteriores 200. Correspondientemente se realiza una compensación de presión entre el segundo espacio de trabajo 120 y la conexión de retorno 145 a través de orificios axiales 141, de modo que en el segundo espacio de trabajo 120 reina la presión de retorno. El pistón 108 se desplaza hacia arriba debido a la presión de funcionamiento del suministro de medio a presión 113 que reina en el primer espacio de trabajo 119. A este respecto, el movimiento del pistón 108 concuerda de forma idéntica con aquella medida en la que se ha desplazado hacia arriba la corredera de control 123 y correspondientemente el casquillo de control 171; pues el movimiento hacia arriba del pistón 108 termina cuando el tercer borde de control inferior 198a y el cuarto borde de control inferior 199a se alinean de nuevo uno respecto a otro y cierran de nuevo las aberturas descritas anteriormente. El líquido hidráulico desplazado del segundo espacio de trabajo 120 en el movimiento hacia arriba correspondiente del pistón 108 fluye de vuelta al depósito 115 a través del orificio axial 141, la ranura anular 140, el espacio a baja presión inferior 148 y los orificios radiales 194. Al mismo tiempo el líquido hidráulico fluye del suministro de medio a presión 113 al primer espacio de trabajo 119.

Todavía se deben mencionar dos topes que limitan hacia arriba y hacia abajo el movimiento del casquillo de control 171 en relación al casquillo de pistón 172. Para ello, para limitar el movimiento del casquillo de control hacia arriba, está previsto por un lado un anillo que está fijado en la zona del espacio de control 196 en la superficie interior 175 del casquillo de pistón 172 que limita este espacio y forma un tope para el collar superior 188 del casquillo de control. Hacia abajo se limita el movimiento del casquillo de control 171 en relación al casquillo de pistón 172 entretanto por un tope de la superficie frontal 184 del casquillo de control 171 en el obturador inferior 183. Debido a estos topes, el movimiento completo explicado anteriormente del casquillo de control 171 se presupone conforme a la cámara de la corredera de control 123 hacia arriba o hacia abajo, sin embargo, bajo ciertas circunstancias, a saber cuando la carrera de ajuste actual de la corredera de control es mayor que la posibilidad de movimiento del casquillo de control

definida por el tope en cuestión en relación al casquillo de pistón, de manera que el pistón 109 junto con el casquillo de pistón 172 ha seguido el movimiento del casquillo de control ya parcialmente hacia arriba o hacia abajo. Si (debido a una carrera de ajuste actual correspondientemente grande de la corredera de control 123) el casquillo de control 171 está en contacto con el tope que limita su movimiento en relación al casquillo de pistón 172 hacia arriba o hacia abajo, el casquillo de control 171 y el pistón 109 realizan conjuntamente una parte del movimiento dirigido hacia arriba o hacia abajo.

El ejemplo de realización ilustrado en la fig. 5 funciona, en lo que se refiere a los bordes de control que cooperan entre sí, es decir, los dos primeros y segundos pares de bordes de control, así como los dos terceros y cuartos pares de bordes de control, en principio de forma comprable con el ejemplo de realización según la fig. 4; lo más inmediato se deduce, si es necesario, de las explicaciones dadas más abajo. Se deben destacar en primer lugar, en lo que se refiere al diseño técnico-constructivo de la unidad de accionamiento electricohidráulica ilustrada en la fig. 5 de una máquina punzonadora según la invención y sus diferencias respecto a la forma de realización según la fig. 4, los puntos de vista relevantes, expuestos a continuación en detalle:

Por un lado, en la cámara a alta presión superior interior 176 se aplica la presión de funcionamiento del suministro de medio a presión 113 a través de varios orificios axiales 201 que atraviesan el casquillo de control 171 desde el espacio a alta presión exterior 186 anular. De este modo se puede evitar el orificio 177 previsto según a fig. 4, que atraviesa el componente de cilindro 108.

Además - frente a la forma de realización según la fig. 4 - el casquillo de control 171 está acortado significativamente en tanto que se suprime la sección inferior del casquillo de control. En la terminología de la explicación anterior de la fig. 4, el casquillo de control 171 según la fig. 5 solo presenta dos collares, a saber el collar superior 188 y el collar central 189 (que presenta los dos terceros bordes de control). La sección del casquillo de control que se sitúa por debajo del collar central 189 en la forma de realización según la fig. 4 se suprime por consiguiente en la forma de realización según la fig. 5. Igualmente se suprime el espacio a alta presión interior inferior 179 de la forma de realización según la fig. 4. Esto permite, por un lado, una altura constructiva especialmente baja de la etapa multiplicadora hidromecánica y por consiguiente una estructura especialmente compacta de la unidad de accionamiento electrohidráulica de la máquina punzonadora, lo que también repercute favorablemente - debido a la reducción de las masas móviles - sobre la dinámica obtenible de la máquina punzonadora. Además, este modo constructivo permite conectar el espacio a baja presión superior 146 con el espacio a baja presión inferior 148 a través del orificio 202, que atraviesa el casquillo de control a lo largo de toda su longitud, y el orificio longitudinal 147 de la corredera de control 123. El orificio 192 previsto según la forma de realización según la fig. 4 también se puede suprimir de esta manera. En conjunto de este modo se producen simplificaciones significativas reconocibles respecto a la forma de realización según la fig. 4 y la posibilidad de una estructura especialmente compacta, sin que esto menoscabe el modo de funcionamiento.

Aunque, debido a los paralelismos existentes de las explicaciones anteriores de la fig. 4, al especialista también se le revela básicamente el modo de funcionamiento de la realización según la fig. 5, la última se explica especialmente como sigue:

Si el accionamiento directo lineal 107 eléctrico se excita por el control 103, de modo que el rotor 112 se mueve hacia abajo en una medida determinada en el programa

de punzonado almacenado, entonces este movimiento se transmite a través del vástago de acoplamiento 150 de forma idéntica sobre la corredera de control 123. De este modo, entre el primer borde de control superior de la corredera de control 123 y los segundos bordes de control superiores del casquillo de control 171 se originan las aberturas a través de las que se conecta el espacio de control 196 con el espacio a alta presión superior 176. Correspondientemente el líquido hidráulico fluye del espacio a alta presión superior 176 a través de los pasos de control interiores 197 al espacio de control 196 y de esta manera provoca un movimiento dirigido hacia abajo del casquillo de control 171. Con vistas a esta función se debe considerar que, en el sentido de las fuerzas hidráulicas que actúan sobre el casquillo de control 171, la proyección en la dirección Z de la superficie anular del collar superior 188 del casquillo de control 171 que limita el espacio a alta presión exterior 186 - disminuida alrededor de la superficie anular del collar central 189 que limita el espacio de alta presión exterior 186 anular - lucha contra la proyección en la dirección Z de la superficie frontal del casquillo de control 171 que limita el espacio a alta presión superior 176, así como la superficie anular del collar superior 188 que limita el espacio de control. Por consiguiente es esencial para el funcionamiento que la suma de las superficies mencionadas en segundo lugar sea mayor que la suma de las superficies mencionadas en primer lugar, dado que en caso contrario el casquillo de control 171 no seguiría un movimiento de la corredera de control 123 hacia arriba.

Mediante el desplazamiento del casquillo de control hacia abajo, entre el tercer borde de control superior previsto en el collar central 189 del casquillo de control 171 y los cuartos bordes de control superiores previstos en el casquillo de pistón 172 se abren las aberturas a través de las que se conecta el espacio a alta presión exterior 186 anular con la ranura anular 140 a través de los pasos de control exteriores 200. Correspondientemente el líquido hidráulico fluye del espacio a alta presión exterior 186 anular a través de los pasos de control exteriores 200 vía la ranura anular 140 y los orificios axiales 141 al segundo espacio de trabajo 120, por lo que el pistón 108 se mueve hacia abajo. A este respecto, el movimiento del pistón 108 concuerda de forma idéntica con aquella medida en la que se ha desplazado la corredera de control 123 y correspondientemente el casquillo de control 171; pues el movimiento hacia abajo del pistón finaliza cuando el tercer borde de control superior y el cuarto borde de control superior se alinean de nuevo uno respecto a otro y cierran de nuevo las aberturas descritas anteriormente.

Lo contrario es válido: Si el accionamiento directo lineal 107 eléctrico se excita por el control 103, de modo que el rotor 112 se mueve hacia arriba en una medida determinada en el programa de punzonado almacenado, entonces este movimiento se transmite a través del vástago de acoplamiento 150 de forma idéntica sobre la corredera de control 123. De este modo entre el primer borde de control inferior previsto en la corredera de control 123 y los segundos bordes de control inferiores previstos en el casquillo de control 171 se originan aberturas a través de las que se conecta el espacio de control 196 con el espacio a baja presión inferior 148 a través del orificio longitudinal 202 del casquillo de control 171. Correspondientemente a través de los pasos de control interiores 197 y el orificio longitudinal 202 del casquillo de control 171 se realiza una compensación de presión entre el espacio de control 196 y la conexión de retorno 145, de modo que en el espacio de control 196 reina la presión de retorno. El casquillo de control 171 se desplaza hacia arriba debido a la presión de funcionamiento del suministro de medio a presión 113 que reina en el espacio a alta presión exterior 186 anular. Para este movimiento del casquillo de control 171 hacia arriba (con espacio de control 196 sin presión) es suficiente

que la proyección en la dirección Z de la superficie frontal 184, que limita el espacio a alta presión inferior 179 - disminuida alrededor de la superficie anular del borde central 189 que limita el espacio a alta presión exterior 186 -, del collar superior 188 del casquillo de control 171 sea mayor que la proyección en la dirección Z de la superficie frontal del casquillo de control 171 que limita el espacio a alta presión superior 176. Esto se consigue por el resalto previsto en la zona del espacio a alta presión exterior 186 anular en el casquillo de pistón 172, debido al que el diámetro del collar superior 188 del casquillo de control es claramente mayor que el diámetro del collar central 189 del casquillo de control.

El líquido hidráulico desplazado del espacio de control 196 durante el movimiento hacia arriba correspondiente del casquillo de control 171 fluye de vuelta al depósito 115 a través del agujero longitudinal 202 del casquillo de control 171 y el espacio a baja presión inferior 148. Al mismo tiempo el líquido hidráulico fluye al espacio a alta presión exterior 186 anular desde el suministro de medio a presión 113. Mediante el desplazamiento del casquillo de control 171 hacia arriba, entre el tercer borde de control inferior y los cuartos bordes de control inferiores se abren las aberturas a través de las que se conecta el espacio a baja presión inferior 148 con la ranura anular 140 a través de pasos de control exteriores 200. Correspondientemente se realiza una compensación de presión entre el segundo espacio de trabajo 120 y la conexión de retorno 145 a través de orificios axiales 141, de modo que en el segundo espacio de trabajo 120 reina la presión de retorno. El pistón 108 se desplaza hacia arriba debido a la presión de funcionamiento del suministro de medio a presión 113 que reina en el primer espacio de trabajo 119. El líquido hidráulico desplazado del segundo espacio de trabajo 120 en el movimiento hacia arriba correspondiente del pistón 108 fluye de vuelta al depósito 115 a través del orificio axial 141, la ranura anular 140, el espacio a baja presión inferior 148 y los orificios radiales 194. Al mismo tiempo el líquido hidráulico fluye del suministro de medio a presión 113 al primer espacio de trabajo 119.

Igualmente, en la fig. 5 están representados dos topes que limitan el movimiento del casquillo de control 171 en relación al casquillo de pistón 172 en ambas direcciones, y a saber en cada dirección en aproximadamente el 2% al 3% de toda la cámara de trabajo máxima del pistón 109, lo que se corresponde en el diseño de la cámara de trabajo de 40 mm con una posibilidad de movimiento del casquillo de control 171 en relación al pistón 109 de respectivamente 2 mm a 3 mm desde la posición nula mostrada en la figura de la corredera de control. Esos topes son los dos anillos fijados en la sección inferior del orificio del casquillo de pistón, con los que puede chocar el collar central 189 del casquillo 171. Para la función de estos topes son válidas las explicaciones de la fig. 4 de manera correspondiente. Otro diseño o disposición de los topes, que sea apropiado para cuidar los terceros bordes de control dispuestos en el collar central 189, es igualmente posible de forma reconocible para el especialista.

REIVINDICACIONES

1. Máquina punzonadora CNC con un bastidor de máquina, un asiento de pieza de trabajo dispuesto en el, un útil de punzonado en dos partes, que comprende un útil superior (1; 101) y un útil inferior (2; 102), una unidad de accionamiento (6; 106) que actúa sobre el útil superior, realizada en forma de un accionamiento electrohidráulico y un control numérico (3; 103) que actúa sobre la unidad de accionamiento, en la que el útil superior se puede mover arriba y abajo a lo largo del eje de trabajo (5; 105) que discurre en la dirección Z (4; 104) mediante la unidad de accionamiento según un programa de punzonado almacenado en el control numérico,

caracterizada porque

la unidad de accionamiento (6; 106) comprende un accionamiento directo lineal (7; 107) eléctrico controlado por el control numérico (3; 103) con un eje de motor (11; 111) que discurre en la dirección Z (4; 104) y una etapa amplificadora (10; 110) hidromecánica, intercalada entre el rotor (12; 112) del accionamiento directo lineal eléctrico y el útil superior (1; 101), conectada a un suministro de medio a presión (13; 113) y que presenta un cilindro (8; 108) y un pistón (9; 109), actuando el rotor (12; 112) del accionamiento directo lineal eléctrico directamente sobre una corredera de control (23; 123) guiada de forma desplazable en la dirección Z en un orificio de guiado que presenta dos primeros bordes de control (38a, 38b; 138a, 138b), los cuales cooperan con segundos bordes de control (39a, 39b; 139a, 139b) correspondientes, configurados en el agujero de guiado para la configuración de una regulación secuencial hidráulica, presentando el accionamiento directo lineal (7; 107) eléctrico una carcasa (49; 149) conectada de forma estanca con el cilindro (8; 108) de la etapa amplificadora (10; 110) hidromecánica, cuyo espacio interior está conectado con un espacio (42) de la etapa amplificadora electromecánica que contiene un fluido hidráulico, o el rotor (12; 112) del accionamiento directo lineal (7; 107) eléctrico está recibido en un manguito (B) conectado de forma estanca con el cilindro (8; 108) de la etapa amplificadora (10; 110) hidromecánica, que atraviesa el estator (52, 152) del accionamiento directo lineal eléctrico y cuyo espacio interior está conectado a un espacio a baja presión (46; 146) de la etapa amplificadora hidromecánica que contiene un líquido hidráulico.

2. Máquina punzonadora según la reivindicación 1, **caracterizada** porque el estator (52; 152) del accionamiento directo lineal (7; 107) eléctrico está conectado de forma fija con una pared frontal (44, 144) del cilindro (8; 108) de la etapa amplificadora (10; 110) hidromecánica.

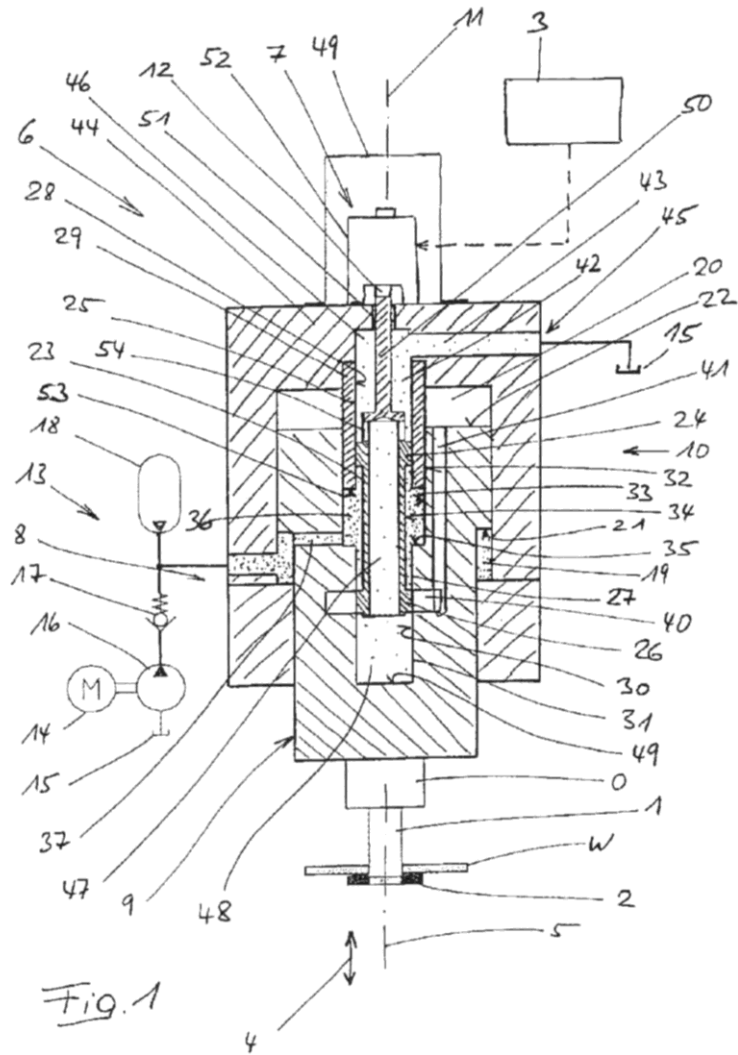
3. Máquina punzonadora según la reivindicación 1 o reivindicación 2, **caracterizada** porque el rotor (12; 112) del accionamiento directo lineal (7; 107) eléctrico está conectado de forma fija con la corredera de control (23; 123) a través de un vástago de acoplamiento (50; 150) que atraviesa la pared frontal (44; 144) del cilindro (8; 108).

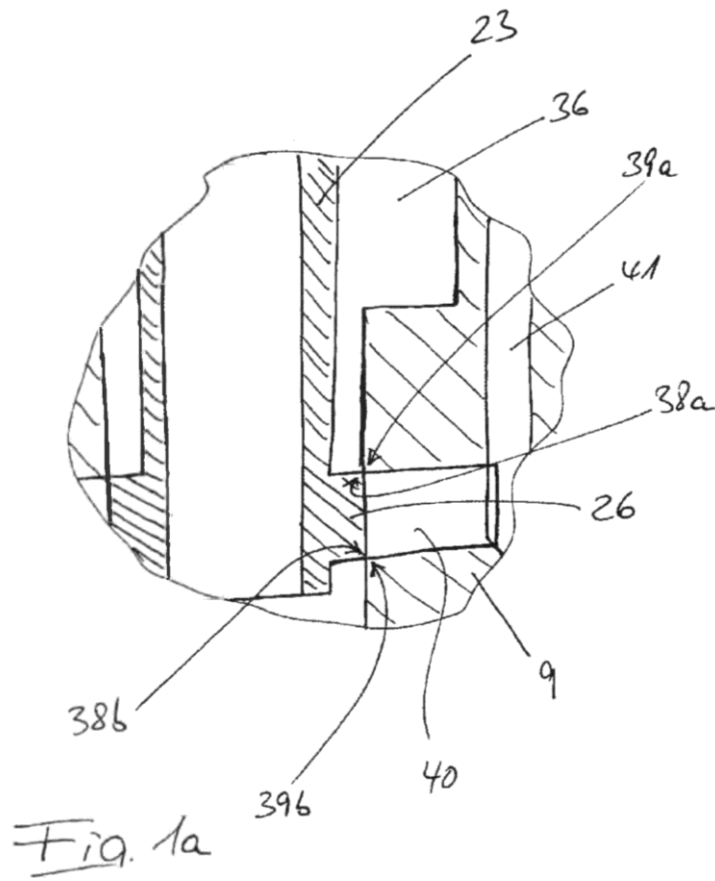
4. Máquina punzonadora según la reivindicación 3, **caracterizada** porque el vástago de acoplamiento (50; 150) atraviesa un espacio a baja presión (46; 146) del cilindro (8; 108) de la etapa amplificadora (10; 110) hidromecánica, sometido esencialmente a la presión de retorno.

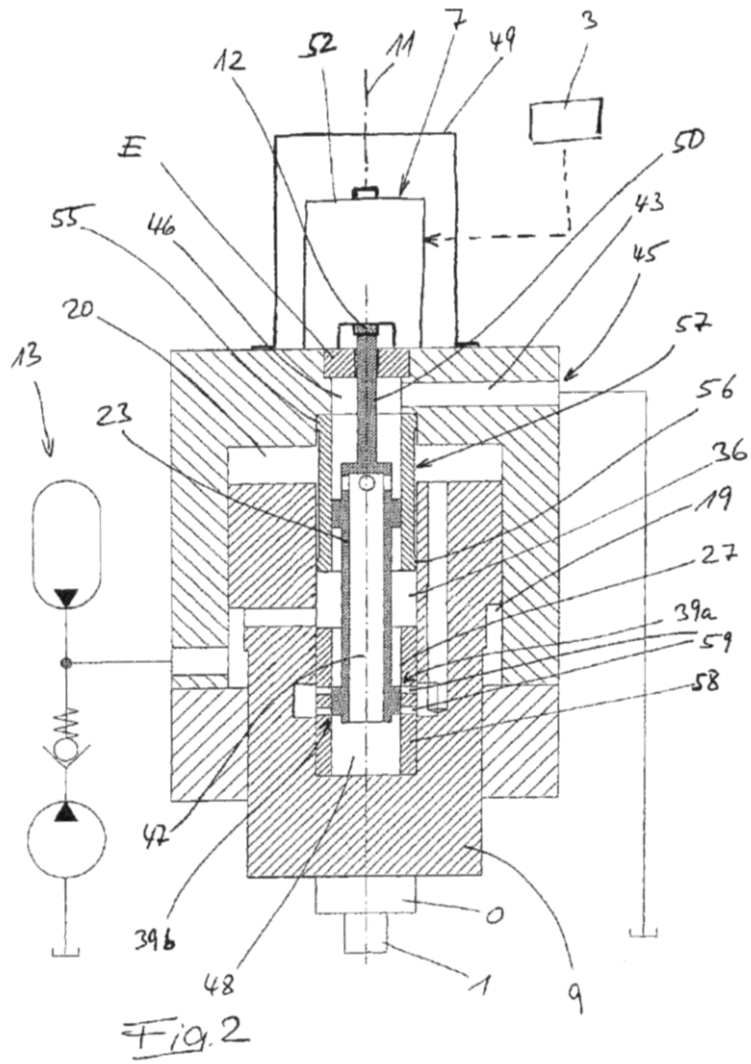
5. Máquina punzonadora según la reivindicación 4, **caracterizada** porque un agujero (51) previsto en la pared frontal (44; 144) del cilindro (8; 108), a través del que sale el vástago

de acoplamiento (50; 150) del cilindro, está dimensionado de modo que es posible un intercambio de líquido hidráulico entre el espacio a baja presión (46; 146) atravesado por el vástago de acoplamiento (50; 150) y el interior de la carcasa (49; 149).

- 5 6. Máquina punzonadora según la reivindicación 4 o reivindicación 5, **caracterizada** porque la corredera de control (23; 123) presenta un agujero longitudinal (47; 147) que está conectada con el espacio a baja presión (46; 146) superior.
- 10 7. Máquina punzonadora según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada** porque la conexión de retorno (45) de la etapa amplificadora (10) hidromecánica está dispuesta en la zona de la pared frontal (44) del cilindro (8), siendo atravesada la corredera de control (23) de la etapa amplificadora hidromecánica por su flujo de retorno.
- 15 8. Máquina punzonadora según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada** porque la etapa amplificadora (10) hidromecánica está realizada en una etapa, en tanto que los segundos bordes de control (39a, 39b) están dispuestos de forma fija al pistón.
- 20 9. Máquina punzonadora según la reivindicación 8, **caracterizada** porque la corredera de control (23) se guía en un agujero de guiado en dos partes con una primera sección (25) fija al cilindro y una segunda sección (27) fija al pistón.
- 25 10. Máquina punzonadora según la reivindicación 9, **caracterizada** porque la primera sección (25) del agujero de guiado está realizada en un casquillo de guiado (29) insertado en el cilindro (8).
- 30 11. Máquina punzonadora según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada** porque la etapa amplificadora (110) hidromecánica está realizada en dos etapas, en tanto que la corredera de control (123) representa una corredera de precontrol y los segundos bordes de control (139a, 139b) están guiado en un casquillo de control (171) guiado de forma desplazable en el pistón (109) a lo largo del eje de trabajo (105), que por su lado presenta dos terceros bordes de control (198a, 198b), los cuales cooperan con dos cuartos bordes de control (199a, 199b) correspondientes del pistón (109) para la configuración de una regulación secuencial hidráulica.
- 35 12. Máquina punzonadora según la reivindicación 11, **caracterizada** porque la corredera de control (123) está guiada en un agujero de guiado en dos etapas con una primera sección (125) fija al cilindro y una segunda sección (127) fija al casquillo de control.
- 40 13. Máquina punzonadora según la reivindicación 12, **caracterizada** porque la primera sección (125) del agujero de guiado está realizada en un casquillo de guiado (129) insertado en el cilindro (108).
- 45 14. Máquina perforadora según una de las reivindicaciones 11 a 13, **caracterizada** porque están previstos topes que limitan el movimiento del casquillo de control (171) en relación al pistón (109) en las dos direcciones.







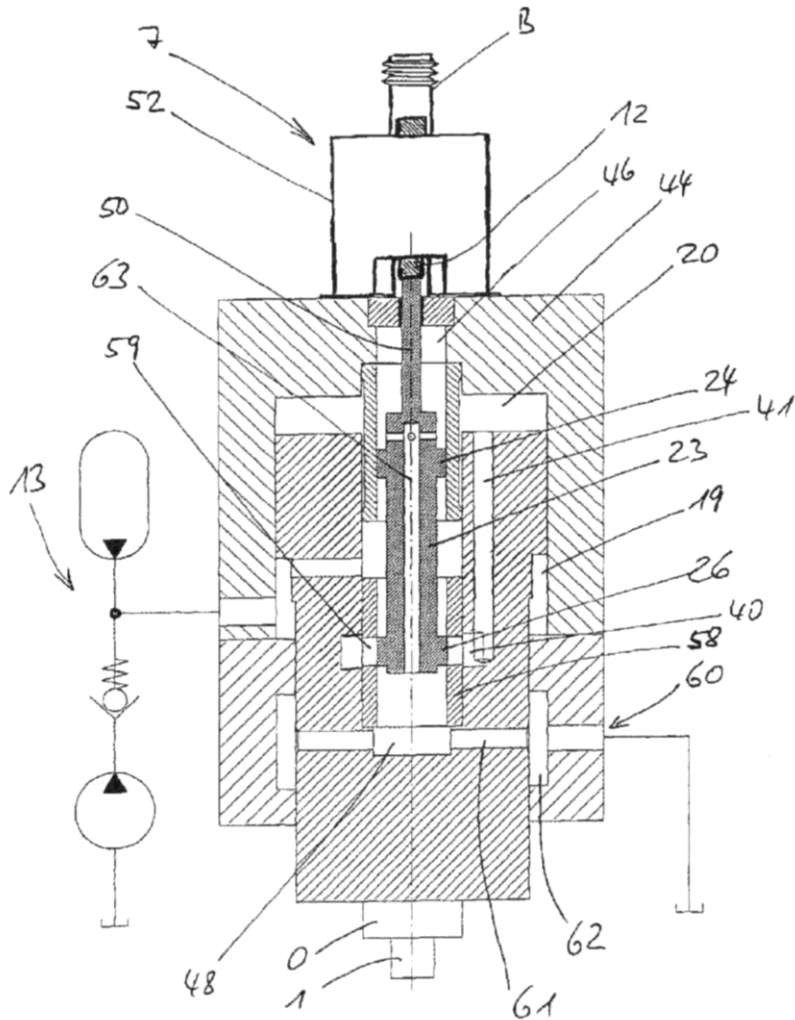
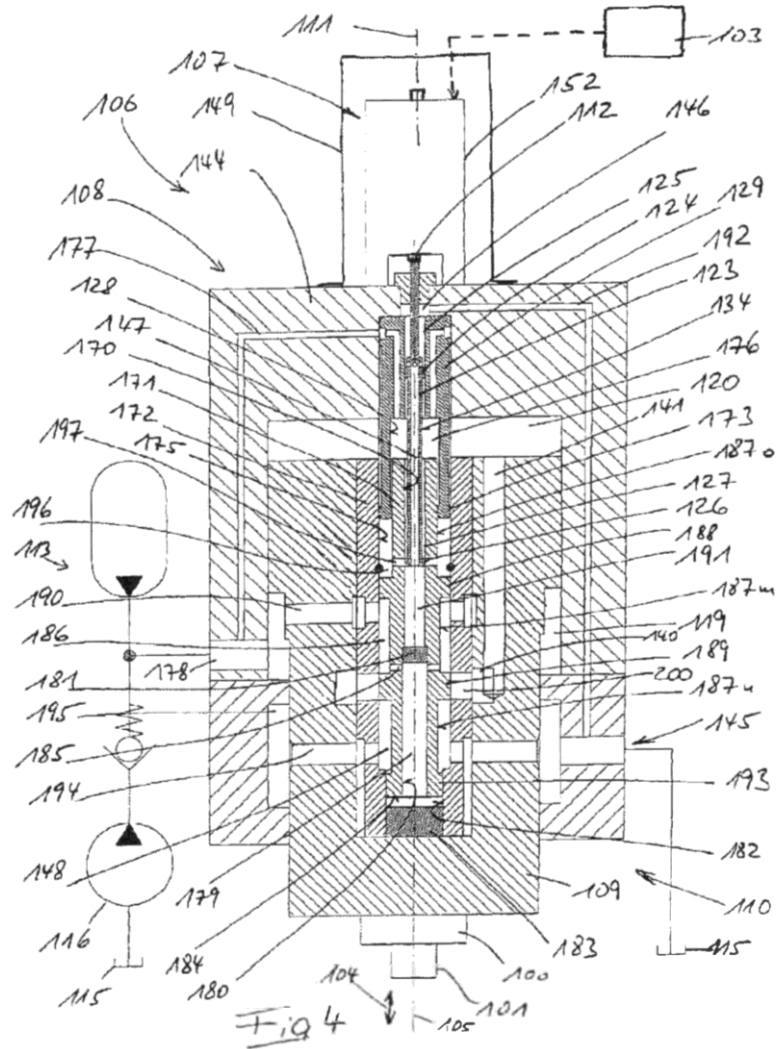


Fig. 3



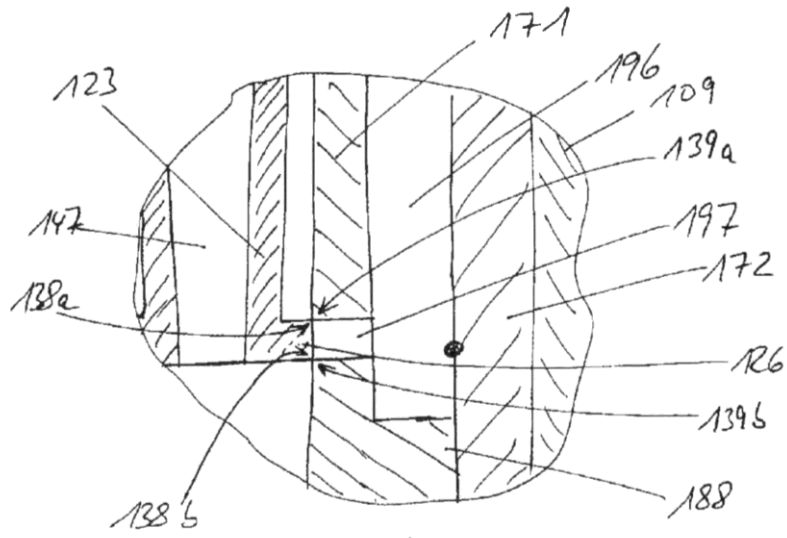


Fig. 4a

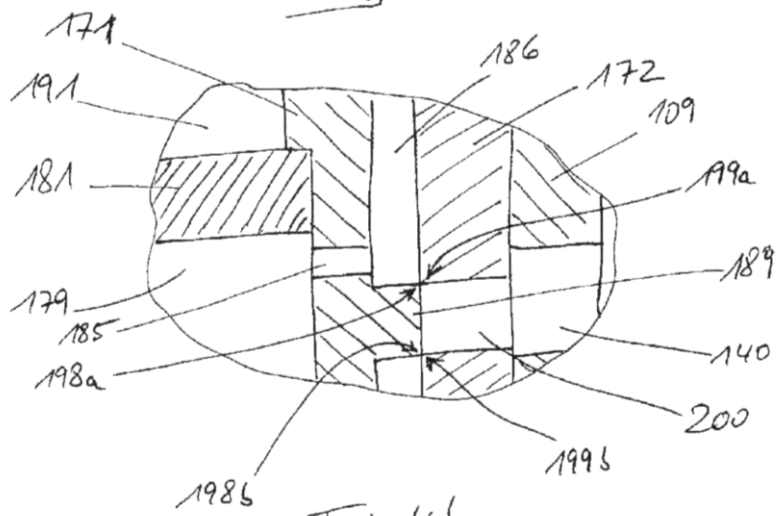


Fig. 4b

