

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 344 945 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**25.10.2006 Patentblatt 2006/43**

(51) Int Cl.:  
**F15B 11/00** <sup>(2006.01)</sup> **F15B 11/044** <sup>(2006.01)</sup>  
**F16K 47/08** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **03090044.3**

(22) Anmeldetag: **20.02.2003**

(54) **Ventilkombination**

Valve combination

Combinaison de soupapes

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IT LI LU MC NL PT SE SI SK TR**

(30) Priorität: **14.03.2002 DE 10211299**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**17.09.2003 Patentblatt 2003/38**

(73) Patentinhaber: **Howaldtswerke-Deutsche Werft  
GmbH  
24143 Kiel (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Schopenhauer, Hartmut  
23569 Lübeck (DE)**  
• **Wiggers, Friedrich  
23617 Stockelsdorf (DE)**

(74) Vertreter: **Köckeritz, Günter  
Radickestrasse 48  
12489 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 253 322 EP-A- 0 902 194**  
**DE-A- 19 547 687 US-A- 3 880 399**  
**US-A- 4 018 245**

**EP 1 344 945 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Ventilkombination für eine geräuscharme und regelbare Hydrauliksteuerung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, insbesondere zur geräuscharmen Geschwindigkeitsregelung der Durchflussmenge flüssiger Medien von Hydraulikantrieben, - z.B. Zylinder und Motore - bei stark wechselnden Lastdrücken an den Verbrauchern und bei stark wechselnden Systemdrücken, wie z. B. in Speicheranlagen. Die Ventilkombination ist insbesondere für Schiffsrudderanlagen und ähnliche hydraulische Anlagen geeignet.

**[0002]** Die Erfindung geht von allgemein bekannten Steuerventilen aus, bei denen ein Kolben oder ein Schieber in einer zylindrischen Bohrung eines Gehäuses verschiebbar sind, wobei im Gehäuse angeordnete Zu- und Ablaufräume verbunden oder unterbrochen werden. Zur Geschwindigkeitsregelung werden üblicherweise Proportionalventile mit einer Druckwaage und gegebenenfalls mit einem Lasthalteventil kombiniert. Ein solches Ventil ist aus der DE 195 47 687 bekannt.

Wird z.B. ein Zylinder mit geringem Lastdruck und gleichzeitig mit hohem Systemdruck betrieben, muss das Überangebot an Energie gedrosselt werden und zwar derart, dass die Durchflussmenge im Proportionalsteuerventil trotz wechselndem Differenzdruck konstant bleibt. Das Drosseln des Überangebots an Energie erfolgt an den Steuerkanten der Druckwaage und gegebenenfalls des Lasthalteventils, wobei besonders nachteilig ist, dass sich dabei an diesen Steuerkanten eine erhebliche Geräuschabstrahlung einstellt, umso stärker, je größer die Differenz zwischen Last- und Systemdruck ist.

**[0003]** Aus der EP 0 902 194 A1 ist außerdem eine Ventilkombination bekannt, die ein Proportionalventil und ein Lasthalteventil umfasst.

In der EP 0 253 322 B1 wird ein geräuscharmes Proportionalventil beschrieben, in dem der Energieabbau im Scheibenkolben des Proportionalventils selbst erfolgt. Ein weiteres derartiges Ventil ist aus der US 3 880 399 bekannt. Durch die sich in den Laminarscheibenstapeln einstellende laminare Strömung ist die Durchflussmenge jedoch stark viskositätsabhängig.

Da sich der Ventilkolben in eine vom Ansteuerstrom bestimmte Position und somit auch auf fest vorgegebene Strömungsquerschnitte einstellt, ergeben sich bei sich änderndem System- und Lastdruckverhältnissen und auch bei Viskositätsänderungen durch Temperaturschwankungen zwangsläufig auch unterschiedliche Durchflussmengen. Außerdem wird bei sich ändernden Einsatzfällen (z.B. Einsatz des Verbrauchers bei abweichendem System- oder Lastdruck) ein spezieller Kolben erforderlich oder die elektrische Ansteuerung des Proportionalventils muss geändert werden. Wird um die Regelbarkeit zu erreichen diesem Ventil eine Druckwaage in bislang üblicher Ausführung (Figur 7) vorgeschaltet, erfolgt der größte Teil des Energieabbaus unter starker Geräuschentwicklung wiederum in der Druckwaage, während sich die geräuschmindernde Wirkung der La-

minarscheiben lediglich auf eine geringe Restdruckdifferenz auswirken kann.

**[0004]** Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Verbesserung der aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen, wobei eine Ventilkombination zu entwickeln war, welche es ermöglicht Hydraulikantriebe, wie z.B. Zylinder und Motore auch bei stark wechselnden Lastdrücken an den Verbrauchern und bei stark wechselnden Systemdrücken wie z.B. in Speicheranlagen, regelbar und gleichzeitig geräuscharm zu betreiben. Dabei kommt es darauf an, den Energieabbau so zu gestalten, dass einerseits die geräuschmindernde Wirkung an der Stelle des größten Energieabbaus erzielt wird und andererseits das Proportionalventil viskositätsunabhängig arbeitet. Hintergrund dafür sind letztendlich die extrem hohen Anforderungen im U-Bootbau, mit dem Wunsch, sich nahezu geräuschlos (signaturfrei) unter Wasser zu bewegen, zumal die Geräuscharmheit ein wesentliches Kriterium für ein U-Boot ist. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den zugehörigen Ansprüchen 2 bis 12 enthalten.

Die vorliegende Ventilkombination besteht demnach aus einer Druckwaage, einem Lasthalteventil und einem Proportionalventil, deren Kolben in Bohrungen eines oder mehrerer Gehäuse, welche die Zu- und Ablaufräume enthalten, axial verschiebbar angeordnet sind. Das Proportionalventil ist erfindungsgemäß mit einem Hohlkolben ausgestattet, wobei das Lasthalteventil und die Druckwaage zum Abbau des Hauptteils des Energieüberschusses mit Kolben mit Laminarscheibenstapeln versehen sind. Besonders wichtig ist dabei, dass die fluidmäßigen Verbindungsabschnitte in den Kolben bei der Druckwaage und beim Lasthalteventil auf der Ablaufseite aus einer Vielzahl von radialen und senkrecht zur Kolbenachse verlaufenden Schlitzen und auf der Zulaufseite aus außermittig angeordneten axialen Kanälen bestehen, wobei das Medium vom Zulaufraum durch die axialen Bohrungen im Laminarscheibenstapel eintritt und radial durch die Schlitze in den Ablaufraum austritt.

Durch die erfindungsgemäße Kombination von Hohlkolben und Laminarscheibenkolben wird erreicht, dass der Energieabbau derart erfolgt, dass einerseits die geräuschmindernde Wirkung der Laminarscheiben an der Stelle des größten Energieabbaus - nämlich in der Druckwaage und im Lasthalteventil - erzielt wird und andererseits das Proportionalventil mit einem kleinen Restenergieabbau geregelt unabhängig von der sich unter Umständen ändernden Viskosität arbeiten kann. Mit der vorliegenden Lösung wird eine erhebliche Geräuschminimierung bei gleichzeitiger Regelbarkeit erreicht. Das aus dem Stand der Technik bekannte Proportionalventil mit Scheibenkolben ist für sich allein zwar geräuscharm, aber nicht regelbar. Mit einer Ventilkombination wurde zwar die Regelbarkeit erreicht, dabei wurde jedoch die Geräuschminderung aufgehoben. Mit der Erfindung wird demnach eine Lehre vorgestellt, die eine geräuschmindernde Wirkung für die verschiedenen Regel- und Steu-

erfülle ermöglicht. Mit der erfindungsgemäßen Ventilkombination wird der gesamte Bereich in Bezug auf Druck- und Viskositätsänderungen abgedeckt. Ein erheblicher Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht weiterhin darin, dass völlig unabhängig von den verschiedensten auf die Hydraulikantriebe einwirkenden Umweltbedingungen, die jeweils andere Stellkräfte nach sich ziehen, und unabhängig von der augenblicklichen Druckhöhe in der Speicheranlage des Hydrauliksystems (ein erforderlicher Minimaldruck wird vorausgesetzt), durch die Ausstattung der Druckwaage und des Lasthalteventils mit Laminarscheiben, wobei der Druckabfall zwischen den einzelnen Scheiben und nicht am Austritt erfolgt, die Steuerung und Regelung der Antriebe so geräuscharm wie möglich erfolgen kann. Das Ziel der geringstmöglichen Geräuschabstrahlung bei gleichzeitig geregelter Durchfluss lässt sich bei bekannten Lösungen nur für bestimmte Situationen erreichen. Diese tritt jedoch nur ein, wenn sowohl der erforderliche Lastdruck den der Stellzylinder benötigt, als auch der Druck im Hydrauliksystem den "Idealpunkt" einnehmen, was in der Praxis quasi nie der Fall ist. Im Ergebnis liegt deshalb eine wesentlich höhere Geräuschabstrahlung vor als bei der erfindungsgemäßen Lösung.

**[0005]** In einer bevorzugten Ausführung werden die axialen Kanäle der Scheiben durch unterschiedliche Bohrungen auf verschiedenen Teilkreisdurchmessern gebildet und die radialen und senkrecht zur Kolbenachse verlaufenden Austrittsschlitze sind durch Abdrehen der Scheibendicke bis zu den inneren Bohrungen mit gleicher oder variabler Breite gestaltbar.

Die Schlitzbreite ist durch Abstandsscheiben zwischen nicht abgedrehten Scheiben erzeugbar und/oder variierbar. Die radialen und senkrecht zur Kolbenachse verlaufenden Austrittsschlitze sind mit gleicher oder variabler Breite durch Ausfräsungen bis zu den Bohrungen gestaltbar.

Der Scheibenstapel weist je nach Anforderung an die Charakteristik gleiche oder auch unterschiedliche Schlitzbreiten zwischen den Scheiben auf.

Die Summe aller Querschnitte ermöglicht im Laminarscheibenstapel eine laminare Strömung des Medium, wobei der Druckabfall nicht am Übergang von den Schlitzen zum Austrittsraum, sondern in den Schlitzen zwischen den einzelnen Scheiben erfolgt. In einer anderen Ausführungsform ist die Schlitzbreite durch Abstandsscheiben zwischen nicht abgedrehten Scheiben erzeugbar und/oder variierbar. Auf diese Weise entsteht ein Kolben oder Schieber, der aus einer Vielzahl zusammengefügtter Teile besteht und der äußerst schmale Verbindungsräume besitzen kann, in dem jedoch die Strömung im wesentlichen laminar fließt.

Die fluidmäßigen Verbindungsabschnitte bestehen beim Kolben des Proportionalventils auf der Ablaufseite aus einer Vielzahl von unterschiedlich großen in mehreren parallelen Reihen am Kolbenumfang angeordneten radialen Bohrungen und auf der Zulaufseite aus mindestens zwei zentrischen axialen Bohrungen. Druckwaage,

Lasthalteventil und Proportionalventil sind als separate Bauteile miteinander verrohrt oder zu einem gemeinsamen Steuerblock zusammengefasst. Der Steuerblock besteht vorzugsweise aus Kugelgraphitguß oder auch aus anderen z.B. aus a- magnetischen Werkstoffen.

**[0006]** Vereinfacht dargestellte, bevorzugte Ausführungsbeispiele sind in den beigefügten Zeichnungen schematisch wiedergegeben.

**[0007]** Es zeigen:

- Figur 1: Schnittdarstellung der Ventilkombination,
- Figur 1a: Ventilkombination in einer Verrohrungsversion,
- Figur 1b: Ventilkombination in Blockbauweise,
- Figur 2: Kolben der Druckwaage bzw. des Lasthalteventils,
- Figur 3: Laminarscheibe in Ausführung A,
- Figur 4: Laminarscheibe in Ausführung B,
- Figur 5: Durchströmungsrichtung der Laminarscheiben,
- Figur 6: Proportionalventil mit Hohlkolben.
- Figur 7: Druckwaage in bislang üblicher Ausführung

**[0008]** Die nachstehend beschriebene Erfindung stellt eine Ventilkombination dar - bestehend aus Druckwaage 1, Proportionalsteuerschieber 2 und Lasthalteventil 3 deren Ziel es ist, Hydraulikantriebe - z.B. Zylinder und Motore - gleichzeitig geräuscharm und regelbar zu betreiben, und das bei stark wechselnden Lastdrücken an den Verbrauchern und bei stark wechselnden Systemdrücken wie z.B. in Speicheranlagen.

Die Erfindung geht von einem allgemein bekannten Aufbau einer Steuerung aus, wie aus Figur 1 ersichtlich.

Die drei Bestandteile der Steuerung können als separate Bauteile miteinander verrohrt werden, wie schematisch in Figur 1a dargestellt, oder aber auch zu einem gemeinsamen Steuerblock zusammengefasst werden wie in Figur 1b gezeigt. Die Steuerblöcke können sowohl aus dem üblicherweise verwendeten Kugelgraphitguß als auch bei besonderen Anforderungen aus a - magnetischen Werkstoffen hergestellt werden. Figur 2 zeigt den Kolben 4 der Druckwaage 1 bzw. des Lasthalteventils 3 mit Laminarscheiben 6. Figur 3 zeigt eine Laminarscheibe 6a in Ausführung A. Figur 4 zeigt eine Laminarscheibe 6b in Ausführung B. Figur 5 zeigt die Durchströmungsrichtung eines Laminarscheibenstapels 6 aus Laminarscheiben 6a der Ausführung A. Die Pfeile geben den Strömungsverlauf des durchströmenden Mediums an. Figur 6 zeigt das Proportionalventil 2 mit Hohlkolben 5.

**[0009]** Das Ziel der Erfindung - ein geräuscharmer und gleichzeitig auch ein geregelter Betrieb von Hydraulikverbrauchern - wird bei dieser Ventilkombination mit dem Einsatz der Laminarscheiben 6a, 6b (Fig. 3 bzw. 4) im Lasthalteventil 3 und in der Druckwaage 1 in Verbindung mit einem Hohlkolben 5 im Proportionalventil 2 erreicht.

**[0010]** Die Laminarscheibenstapel 6 in der Druckwaage 1 und im Lasthalteventil 3 können verschiedenartig gestaltet und geschichtet sein.

Figur 5 zeigt die Durchströmungsrichtung des Laminarscheibenstapels 6. Wichtig bei der Durchströmung ist, dass das Medium vom Zulaufraum 7 durch die axialen Bohrungen 8 im Scheibenstapel 6 eintritt und radial durch die Spalte 9 in den Ablaufraum 10 austritt.

In Fig. 3 ist das Beispiel einer Laminarscheibe 6a gezeigt, bei der die axialen Kanäle durch unterschiedliche Bohrungen 8 auf verschiedenen Teilkreisdurchmessern gebildet werden, die radialen Austrittsspalte 9 können durch Abdrehen der Scheibendicke bis zu den inneren Bohrungen mit variabler Breite gestaltet werden. Die Spaltbreite kann auch durch Abstandsscheiben zwischen nicht abgedrehten Laminarscheiben erzeugt bzw. variiert werden.

Fig. 4 zeigt eine Scheibenvariante 6b, bei der die Spalte 9 durch Ausfräsungen bis zu den Bohrungen 8 erzeugt werden. Die Scheibenstapel 6 können auch derart gestaltet sein, dass sich unterschiedliche Spaltbreiten zwischen den einzelnen Scheiben ergeben. In jedem Fall ist sichergestellt, dass bei entsprechender Schichtung die Summe aller Querschnitte im Laminarscheibenstapel 6 eine laminare Strömung ermöglicht und dass der Druckabfall in den Spalten zwischen den einzelnen Scheiben erfolgt und nicht am Übergang von den Scheiben in den Ablaufraum 10.

Druckwaage 1 und Lasthalteventil 3 stellen sich in bekannter Weise automatisch auf die augenblickliche Lastdruck - bzw. Systemdrucksituation ein. D.h., im Zusammenwirken der Differenz der auf den beiden Kolbenseiten anstehenden Last - bzw. Systemdrücke und der an der jeweiligen Ventildfeder 11 und 12 eingestellten Vorspannkraft verschieben sich die Kolben 4 selbsttätig in die erforderliche Regelstellung. Somit verbinden - dem erforderlichen Energieabbau entsprechend - mehr oder weniger viele Spalte 9 des Laminarscheibenstapels 6 durch Längsverschiebung der Kolben 4 den Zulaufquerschnitt 7 mit dem Ablaufquerschnitt 10 des Lasthalteventils 3 bzw. der Druckwaage 1.

Der Kolben des Proportionalventils (Fig. 6) dagegen ist als Hohlkolben 5 ausgeführt, bei dem die Verbindung zwischen den jeweiligen Zu - und Ablaufanschlüssen über im Kolben angebrachte radiale Bohrungen 5b und den axialen Bohrungen 5a bzw. 5a' erfolgt. Und zwar je nach Kolbenstellung über 5a von P nach B bzw. von B nach T und über 5a' von P nach A bzw. von A nach T. Die Bohrungen 5b können unterschiedliche Durchmesser aufweisen und sind in mehreren parallelen Reihen am Kolbenumfang angeordnet, um den erforderlichen Strömungsquerschnitt zu gewährleisten. Die Bohrungen ergeben im Gegensatz zu den Laminarscheiben bei gleichem Strömungsquerschnitt eine kleinere benetzte Oberfläche mit turbulenter Strömung, wodurch der Strömungsbeiwert und damit die Durchflussmenge unabhängig von der Ölviskosität wird und somit nur noch von der Druckdifferenz am Hauptsteuerkolben abhängt. Die Druckdifferenz wird von der Einstellung der Vorspannung an der Feder 11 der Druckwaage 1 bestimmt. Um trotz turbulenter Strömung in den Bohrungen geräusch-

arm zu bleiben, wird die Druckdifferenz am Steuerkolben 5 mit ca. 4 bar entsprechend niedrig eingestellt.

**[0011]** Anders als in EP 0 253 322 B1 erfolgt der Druckabbau also nicht in den Laminarscheibenstapeln des eigentlichen Steuerschiebers, sondern in den Scheibenstapeln 6 der Druckwaage 1 bzw. des Lasthalteventils 3. Bei der erfindungsgemäßen Lösung zur Geräuschminderung bei gleichzeitiger Regelbarkeit der Durchflussmenge wird der größte Anteil des Druckgefälles geräuscharm in den Laminarscheibenstapeln 6 der Druckwaage 1 bzw. des Lasthalteventils 3 abgebaut, während das von der Druckwaage 1 bestimmte geringe Restdruckgefälle die Regelbarkeit der Durchflussmenge ermöglicht. Das ist die wesentliche Verbesserung gegenüber dem im Stand der Technik beschriebenen Ventil. Ein weiterer Vorteil des Einsatzes von Laminarscheiben in Druckwaage und Lasthalteventil besteht darin, dass die Schichtung des Scheibenstapels (Anzahl, schmale oder breite Spalte mit unterschiedlichen Ausformungen) noch auf der Baustelle vorgenommen werden kann, um das Gesamtsystem zu optimieren, ohne dass eine mechanische Bearbeitung am Hauptsteuerkolben zu erfolgen hat. Wichtig für die Austauschbarkeit der Scheiben ist lediglich, dass Lage und Durchmesser der axialen Bohrungen übereinstimmen, da es sonst zu Querschnittsverengungen bzw. zu Strömungsumlenkungen kommt.

#### Liste der verwendeten Bezugszeichen

##### [0012]

- |         |                                                              |
|---------|--------------------------------------------------------------|
| 1-      | Druckwaage                                                   |
| 2-      | Proportionalventil                                           |
| 3-      | Lasthalteventil                                              |
| 4-      | Scheibenkolben                                               |
| 5-      | Hohlkolben                                                   |
| 5a,5a'- | axiale Bohrungen im Hohlkolben                               |
| 5b-     | radiale Bohrungen im Hohlkolben                              |
| 6-      | Laminarscheiben bzw. Laminarscheibenstapel                   |
| 6a-     | Laminarscheibe Ausführung A                                  |
| 6b-     | Laminarscheibe Ausführung B                                  |
| 7-      | Zulaufraum für das Medium                                    |
| 8-      | axiale Bohrung in den Laminarscheiben bzw. im Scheibenstapel |
| 9-      | Austrittsschlitze                                            |
| 10-     | Ablaufraum für das Medium                                    |
| 11-     | Ventildfeder der Druckwaage                                  |
| 12-     | Ventildfeder des Lasthalteventils                            |
| 13-     | Tankleitung                                                  |
| 14-     | Druckleitung                                                 |
| Z-      | Zulaufrichtung des Mediums                                   |
| A-      | Ablaufrichtung des Mediums                                   |

## Patentansprüche

1. Ventilkombination für eine geräuscharme und regelbare Hydrauliksteuerung, bestehend aus einer Druckwaage, einem Lasthalteventil und einem Proportionalventil, deren Kolben in Bohrungen eines oder mehrerer Gehäuse, welche die Zu- und Ablaufräume enthalten, axial verschiebbar angeordnet sind, wobei das Proportionalventil (2) mit einem Hohlkolben (5) ausgestattet ist und das Lasthalteventil (3) und die Druckwaage (1) zum Abbau des Hauptteils des Energieüberschusses mit Kolben (4) mit Laminarscheibenstapeln (6) versehen sind und wobei die fluidmäßigen Verbindungsabschnitte in den Kolben bei der Druckwaage (1) und beim Lasthalteventil (2) auf der Ablaufseite aus einer Vielzahl von radialen und senkrecht zur Kolbenachse verlaufenden Schlitzen und auf der Zulaufseite aus außermittig angeordneten axialen Kanälen bestehen. 5
2. Ventilkombination nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Medium in die Kolben von Druckwaage (1) und Lasthalteventil (2) vom Zulaufraum (7) durch die axialen Bohrungen (8) im Laminarscheibenstapel (6) eintritt und radial durch die Schlitze (9) in den Ablaufraum (10) austritt. 10
3. Ventilkombination nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die axialen Kanäle der Laminarscheiben (6) durch unterschiedliche Bohrungen (8) auf verschiedenen Teilkreisdurchmessern bildbar sind und die radialen Austrittsschlitze (9) durch Abdrehen der Scheibendicke bis zu den inneren Bohrungen (8) mit gleicher oder variabler Breite gestaltbar sind. 20
4. Ventilkombination nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schlitzbreite durch Abstandsscheiben zwischen nicht abgedrehten Scheiben erzeugbar und/oder variierbar ist. 25
5. Ventilkombination nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die radialen Austrittsschlitze (9) mit gleicher oder variabler Breite durch Ausfräsungen bis zu den Bohrungen (8) gestaltbar sind. 30
6. Ventilkombination nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Laminarscheibenstapel (6) gleiche und/oder unterschiedliche Schlitzbreiten zwischen den Scheiben aufweist. 35
7. Ventilkombination nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Summe aller Querschnitte im Laminarscheibenstapel (6) eine laminare Strömung des Medium ermöglicht, wobei der Druckabfall nicht am Übergang von den Schlitzen zum Austrittsraum, sondern in den Schlitzen 40

zen zwischen den einzelnen Scheiben erfolgt.

8. Ventilkombination nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, die fluidmäßigen Verbindungsabschnitte beim Hohlkolben (5) des Proportionalventils (2) auf der Ablaufseite aus einer Vielzahl von unterschiedlich großen in mehreren parallelen Reihen am Kolbenumfang angeordneten radialen Bohrungen (5b) und auf der Zulaufseite aus mindestens zwei zentrischen axialen Bohrungen (5a, 5a') bestehen. 45
9. Ventilkombination nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Druckwaage (1), Lasthalteventil (3) und Proportionalventil (2) als separate Bauteile miteinander verrohrt sind. 50
10. Ventilkombination nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** Druckwaage (1), Lasthalteventil (3) und Proportionalventil (2) zu einem gemeinsamen Steuerblock zusammengefasst sind. 55
11. Ventilkombination nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerblock aus Kugelgraphitguss besteht.
12. Ventilkombination nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerblock aus a-magnetischen Werkstoffen besteht.

## Claims

1. Valve combination for a low-noise and controllable hydraulic control unit, comprising pressure scales, a load-holding valve and a proportional valve, the pistons of which are disposed axially displaceably in borings of one more housings which contain the inlet and outlet chambers, the proportional valve (2) being equipped with a hollow piston (5) and the load-holding valve (3) and the pressure scales (1) being provided with pistons (4) with laminar disc stacks (6) for removing the main part of the excess energy and the fluid-wise connection portions in the pistons in the case of the pressure scales (1) and in the case of the load-holding valve (2) comprising, on the outlet side, a multiplicity of slots which extend radially and perpendicularly to the piston axis and, on the inlet side, eccentrically disposed axial channels. 35
2. Valve combination according to claim 1, **characterised in that** the medium enters into the pistons of pressure scales (1) and load-holding valve (2) from the inlet chamber (7) through the axial borings (8) in the laminar disc stack (6) and discharges radially through the slots (9) into the outlet chamber (10). 40

3. Valve combination according to one of the above claims, **characterised in that** the axial channels of the laminar discs (6) can be formed by different borings (8) on different divided circle diameters and the radial outlet slots (9) can be configured with the same or variable width by rotating the disc thickness up to the inner borings (8). 5
4. Valve combination according to one of the claims 1 or 2, **characterised in that** the slot width can be produced and/or varied by spacer discs between non-rotated discs. 10
5. Valve combination according to one of the claims 1 or 2, **characterised in that** the radial outlet slots (9) can be configured with the same or variable width by milling up to the borings (8). 15
6. Valve combination according to one of the above claims, **characterised in that** the laminar disc stack (6) has the same and/or different slot widths between the discs. 20
7. Valve combination according to one of the above claims, **characterised in that** the sum of all the cross-sections in the laminar disc stack (6) enables laminar flow of the medium, the pressure drop being effected not at the transition from the slots to the outlet chamber but in the slots between the individual discs. 25 30
8. Valve combination according to one of the above claims, **characterised in that** the fluid-wise connection portions in the hollow piston (5) of the proportional valve (2) comprise, on the outlet side, a multiplicity of radial borings (5b) which are of different size and disposed in a plurality of parallel rows on the piston circumference and, on the inlet side, at least two centric axial borings (5a, 5a'). 35 40
9. Valve combination according to one of the above claims, **characterised in that** pressure scales (1), load-holding valve (3) and proportional valve (2) are piped together as separate components. 45
10. Valve combination according to one of the claims 1 to 8, **characterised in that** pressure scales (1), load-holding valve (3) and proportional valve (2) are combined to form a common control block. 50
11. Valve combination according to claim 10, **characterised in that** the control block is made from spheroidal graphite cast iron.
12. Valve combination according to claim 10, **characterised in that** the control block comprises non-magnetic materials. 55

## Revendications

1. Combinaison de soupapes pour une commande hydraulique silencieuse et réglable, se composant d'une balance de pression, d'une soupape de retenue de charge et d'une soupape proportionnelle, dont les pistons sont disposés dans des forages d'un ou de plusieurs corps de manière à pouvoir coulisser axialement, lesquels contiennent des espaces d'alimentation et d'évacuation, où la soupape proportionnelle (2) est équipée d'un piston creux (5) et que la soupape de retenue de charge (3) et la balance de pression (1) sont munies de pistons (4) avec des piles de disques laminaires (6) pour supprimer la partie principale de l'excès d'énergie et où les segments de liaison fluide dans les pistons sur la balance de pression (1) et sur la soupape de retenue de charge (2) du côté évacuation se composent d'une pluralité de fentes s'étendant radialement et perpendiculairement à l'axe des pistons et du côté alimentation, de canaux axiaux disposés de manière excentrée.
2. Combinaison de soupapes selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le milieu entre dans les pistons de la balance de pression (1) et de la soupape de retenue de pression (2) par l'espace d'alimentation (7) à travers les forages axiaux (8) situés dans la pile de disques laminaires (6) et sort radialement à travers les fentes (9) dans l'espace d'évacuation (10).
3. Combinaison de soupapes selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les canaux axiaux des disques laminaires (6) peuvent être formés par différents forages (8) à différents diamètres primitifs de référence et que les fentes radiales de sortie (9) peuvent être conçues en tournant l'épaisseur des disques jusqu'aux forages intérieurs (8) de largeur identique ou variable.
4. Combinaison de soupapes selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la largeur de fente peut être produite et/ou variée par des disques de distance situés entre des disques non tournés.
5. Combinaison de soupapes selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** les fentes de sortie radiales (9) peuvent être conçues avec des largeurs identiques ou variables par fraisages jusqu'aux forages (8).
6. Combinaison de soupapes selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la pile de disques laminaires (6) présente des largeurs de fentes identiques et/ou différentes entre les disques.

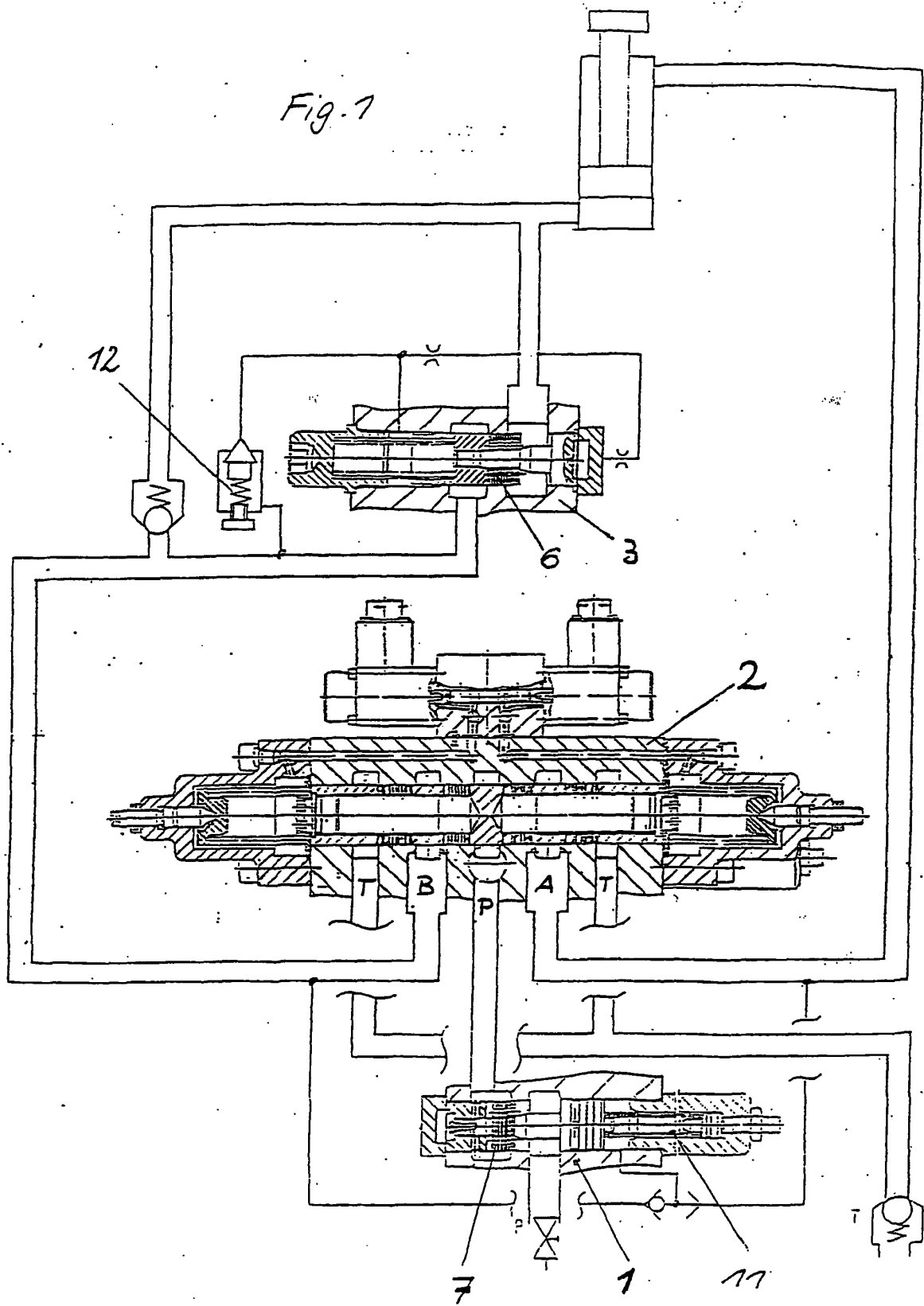
7. Combinaison de soupapes selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la somme de toutes les sections transversales dans la pile de disques laminaires (6) permet un flux laminaire du milieu, où la chute de pression ne s'effectue pas à la transition des fentes vers l'espace de sortie, mais dans les fentes entre les différents disques. 5
8. Combinaison de soupapes selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les segments de liaison fluidiques sur le piston creux (5) de la soupape proportionnelle (2) se composent, côté évacuation, d'une pluralité de forages axiaux (5b) de grandeurs différentes, disposés en plusieurs rangées parallèles sur le pourtour du piston et, côté alimentation, d'au moins deux forages centraux axiaux (5a, 5a'). 10 15
9. Combinaison de soupapes selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la balance de pression (1), la soupape de retenue de charge (3) et la soupape proportionnelle (2) sont entubées ensemble comme pièces de construction séparées. 20 25
10. Combinaison de soupapes selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** la balance de pression (1), la soupape de retenue de charge (3) et la soupape proportionnelle (2) sont regroupées comme bloc de commande commun. 30
11. Combinaison de soupapes selon la revendication 10, **caractérisée en ce que** le bloc de commande se compose de fonte nodulaire. 35
12. Combinaison de soupapes selon la revendication 10, **caractérisée en ce que** le bloc de commande se compose de x substances magnétiques. 40

45

50

55

60





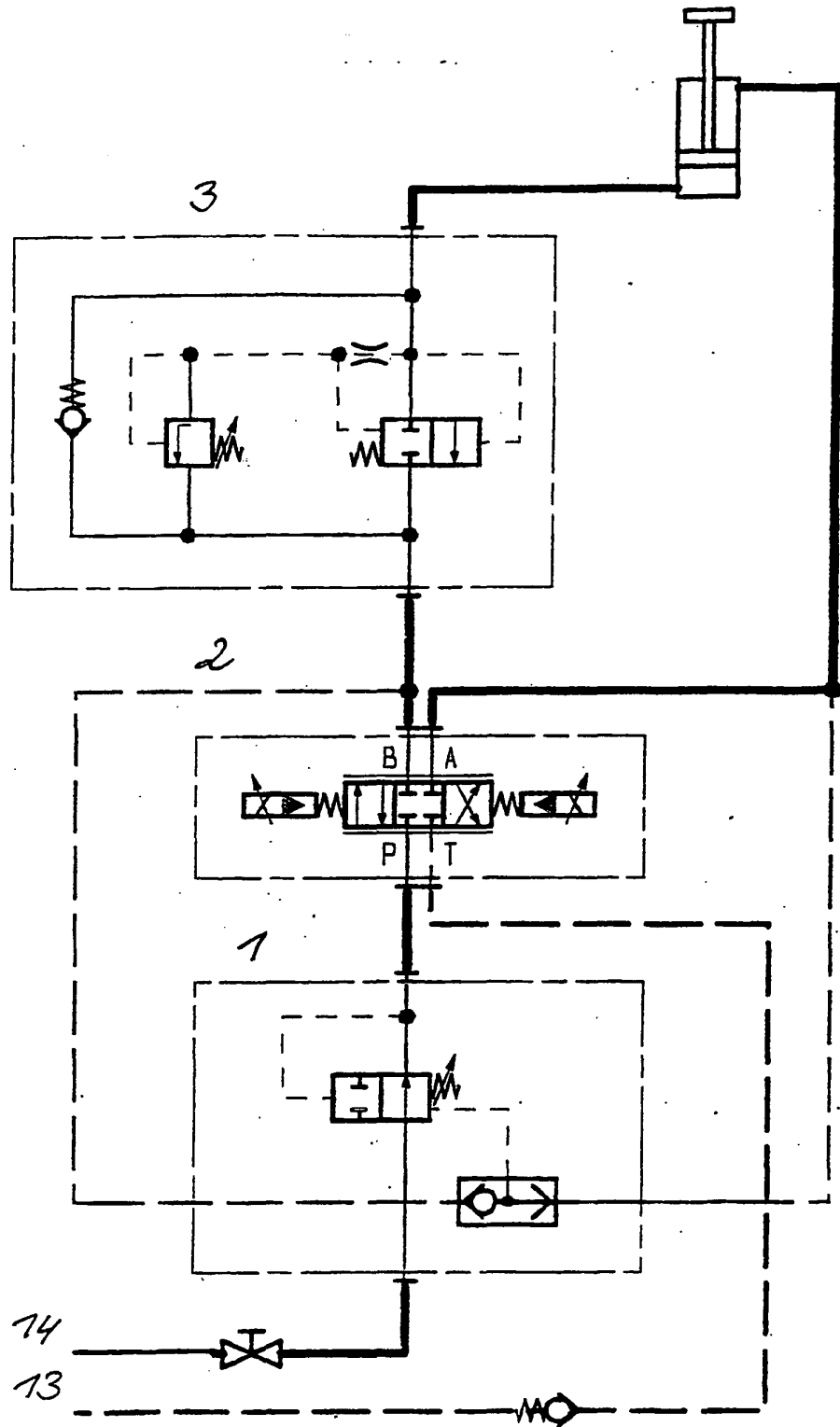


Fig. 1a

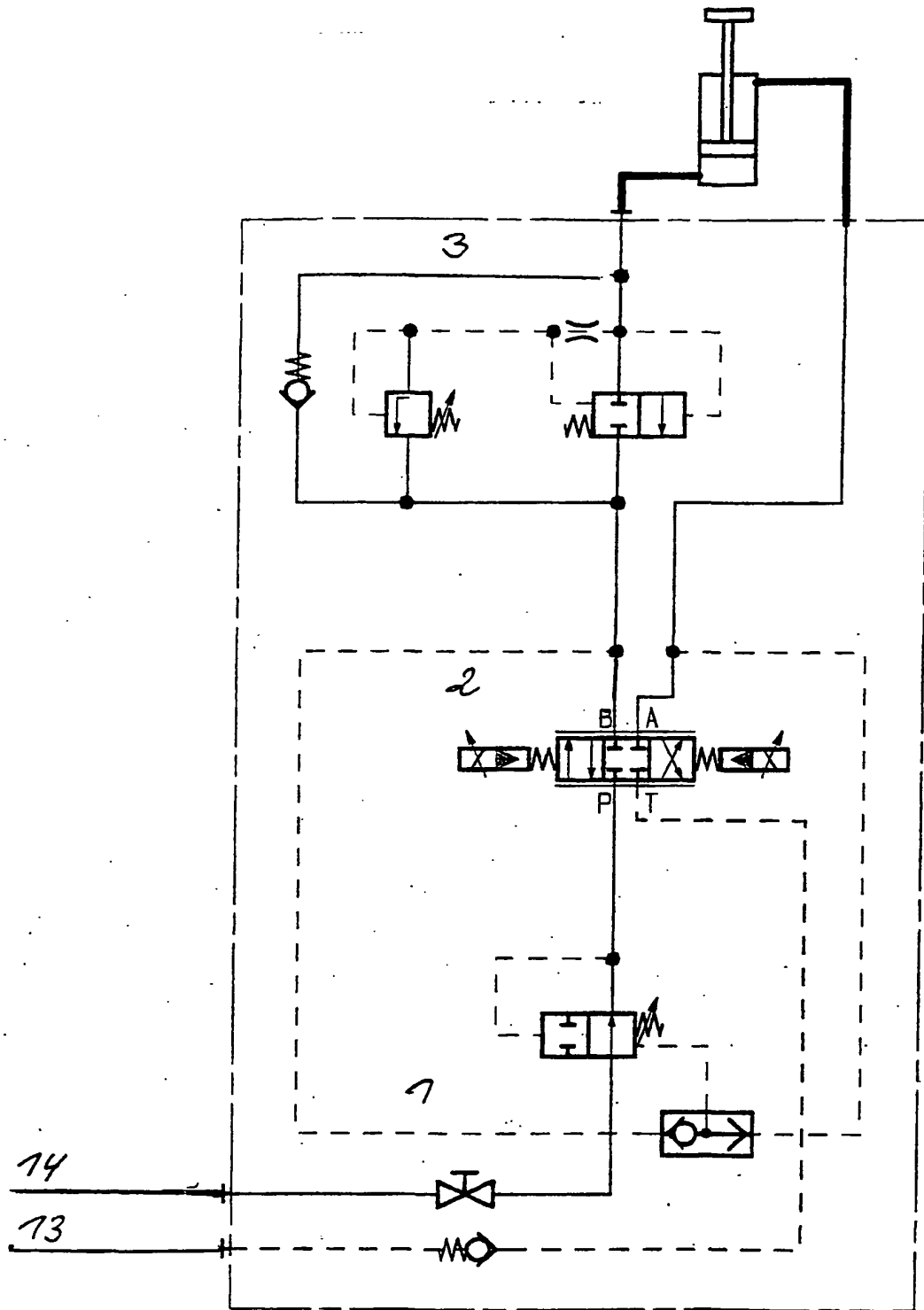
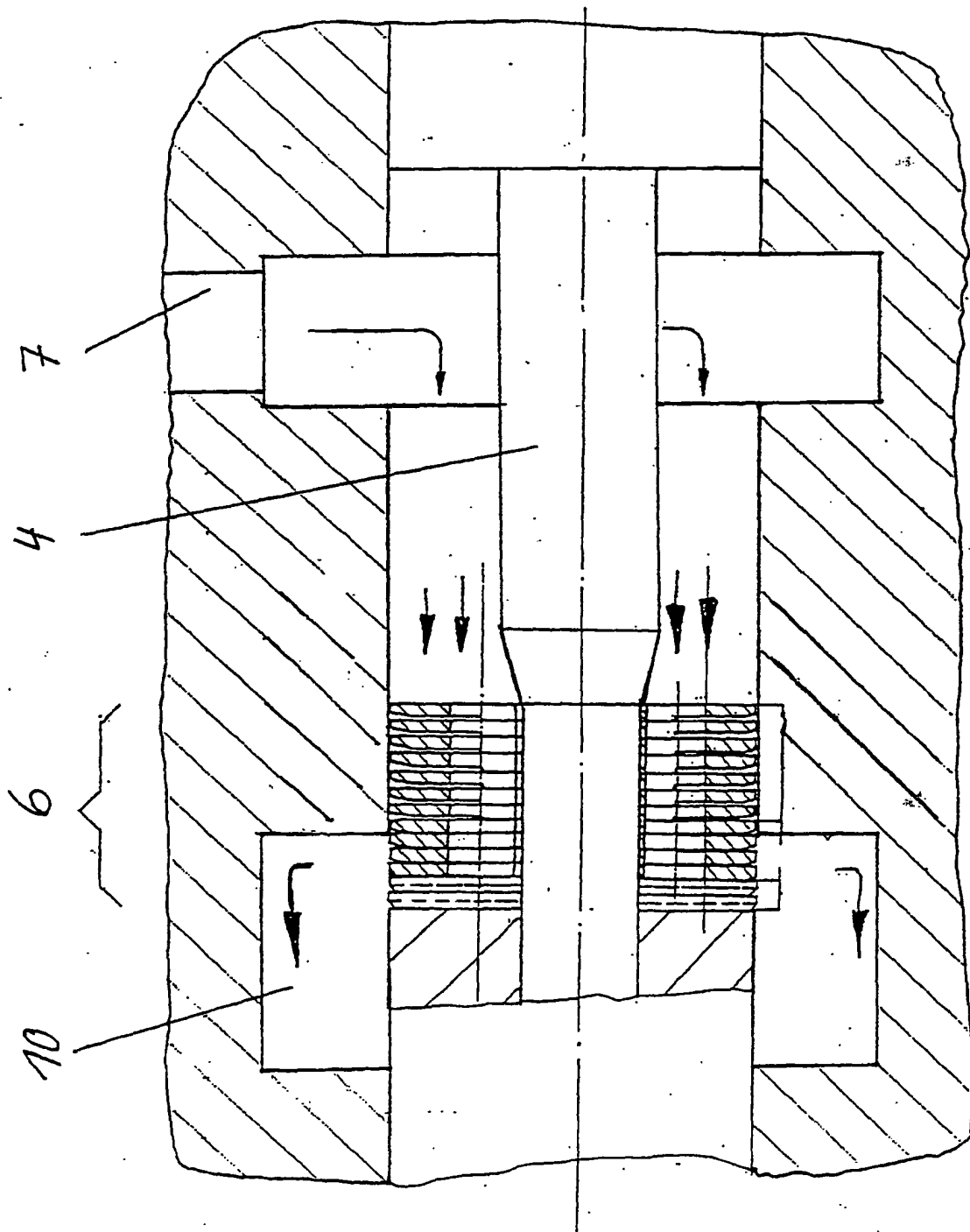


Fig. 16

Fig. 2



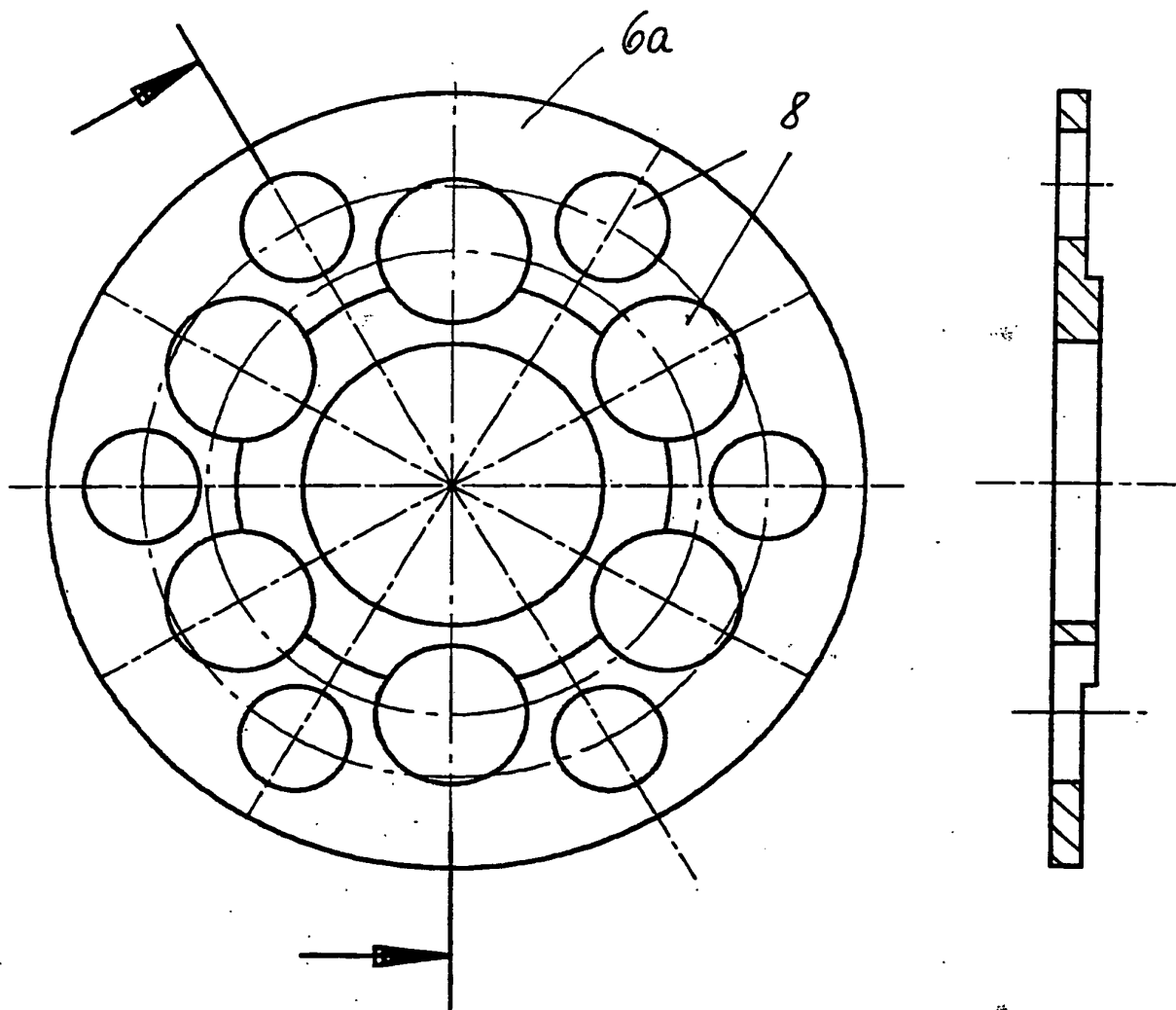


Fig. 3

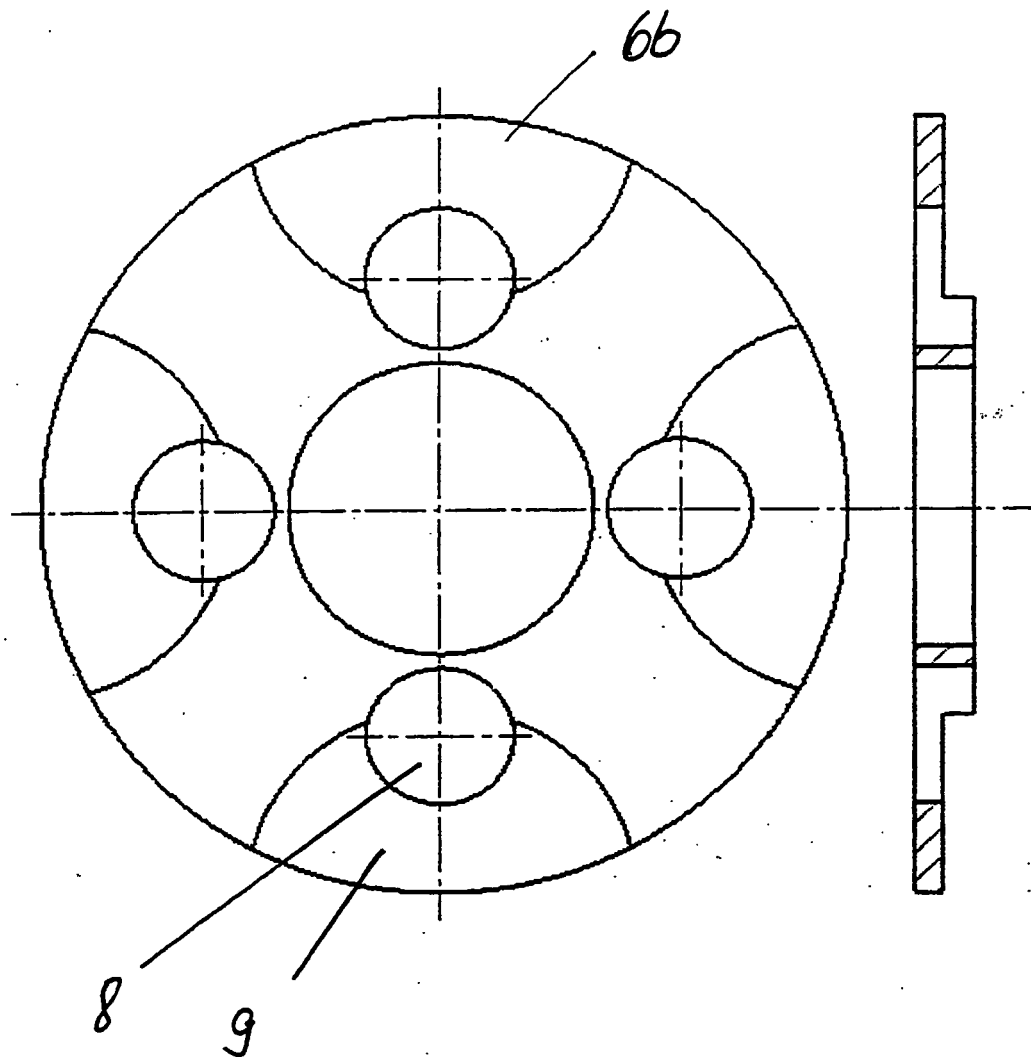


Fig. 4

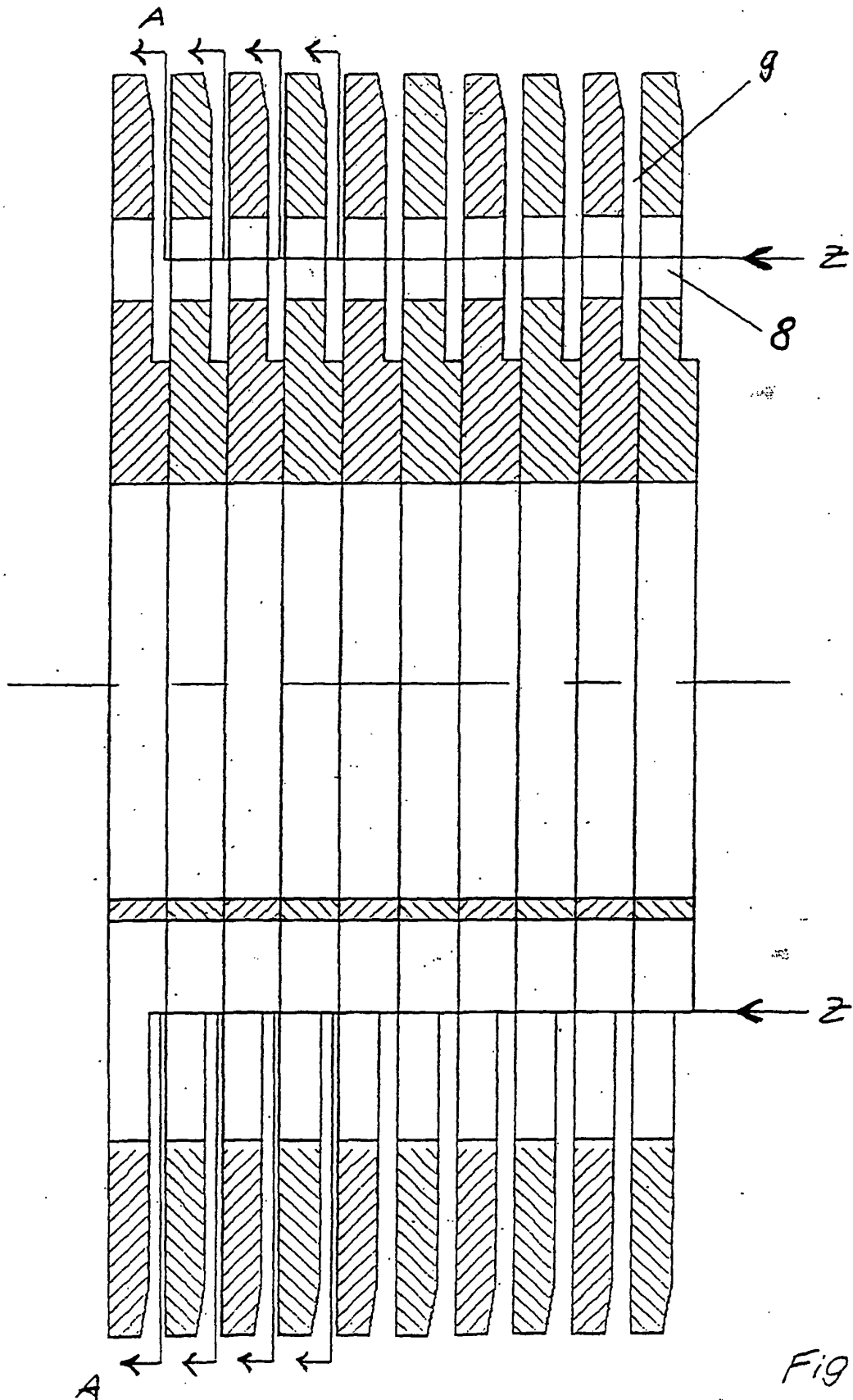
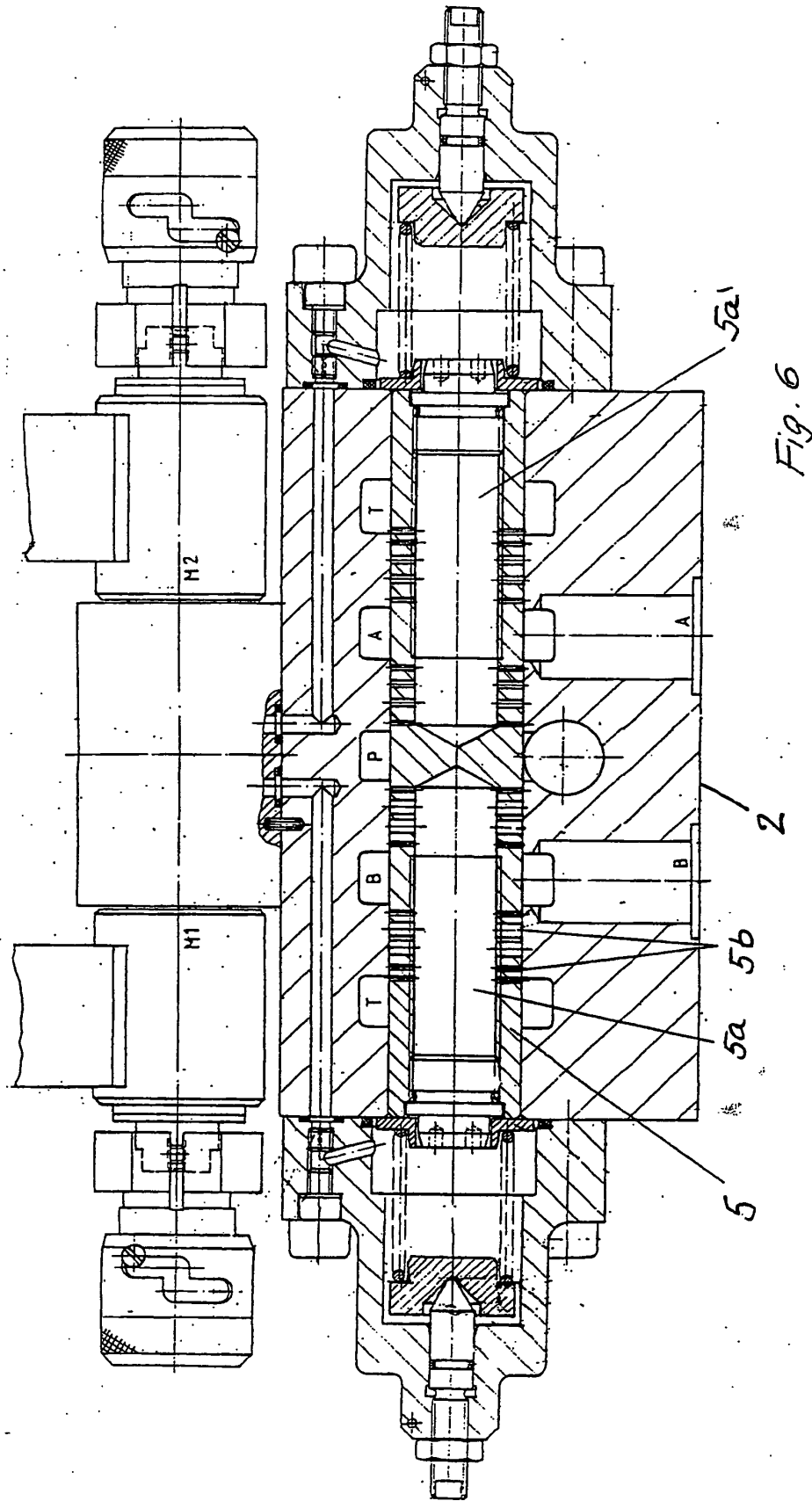
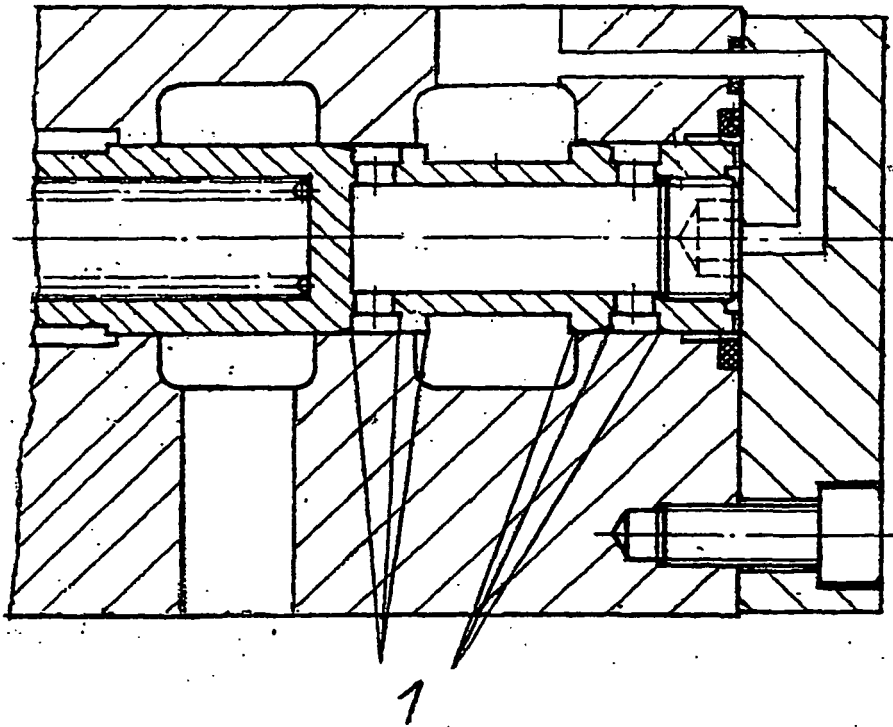


Fig. 5





*Fig. 7*