

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 87105284.1

51 Int. Cl.4: **F15B 11/04**

22 Anmeldetag: 09.04.87

30 Priorität: 15.04.86 DE 3612684

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
21.10.87 Patentblatt 87/43

84 Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

71 Anmelder: Heilmeier & Weinlein Fabrik für  
Öl-Hydraulik GmbH & Co. KG  
Neumarkter Strasse 26  
D-8000 München 80(DE)

72 Erfinder: Heusser, Martin, Dipl.-Ing.  
(eth.Zürich)  
Gutenbergstrasse 26  
D-8000 München 19(DE)

74 Vertreter: Patentanwälte Grünecker,  
Kinkeldey, Stockmair & Partner  
Maximilianstrasse 58  
D-8000 München 22(DE)

54 **Hydraulische Steuervorrichtung.**

57 Die Erfindung betrifft eine hydraulische Steuervorrichtung mit einer hydraulisch verstellbaren Blendenöffnung zwischen einer Zulauf- und einer Ablaufleitung (4, 5), mit einem mit einem externen Stellglied verbundenen Dreiweg-Vorsteuerventil (20), das eingangsseitig an eine Zulaufsteuerdruckleitung (16) und mit seinem Steueranschluß so an die Blende (1) angeschlossen ist, daß deren Blendenelement entgegen dem Druck in der Ablaufleitung (5) und der Kraft einer Feder (9) beaufschlagbar ist. Bei bekannten Steuervorrichtungen ist für die Positionsmeldung des Blendenelementes ein Wegaufnehmer erforderlich, der das Stellglied ansteuert, damit dieses zum Halten der Blendenöffnungsgröße die Stellkraft verändert. Dies bedarf eines großen Aufwandes. Nachteilig ist auch, daß das Vorsteuerventil den vollen Arbeitsdruck aufzunehmen hat und präzise und teuer ausgebildet sein muß. Erfindungsgemäß wird vorgesehen, daß der zweite Ausgang des Dreiweg-Vorsteuerventils (20) mit der Ablaufleitung (5) verbunden ist, daß das Ventilelement des Vorsteuerventils (20) gegen die Stellkraft vom Druck im Steueranschluß und entgegengesetzt vom Druck im zweiten Ausgang beaufschlagt wird, und daß der Zulaufdruck zum Vorsteuerventil um mindestens die maximal mögliche Druckdifferenz des Vorsteuerventils größer ist als der Ablaufdruck.

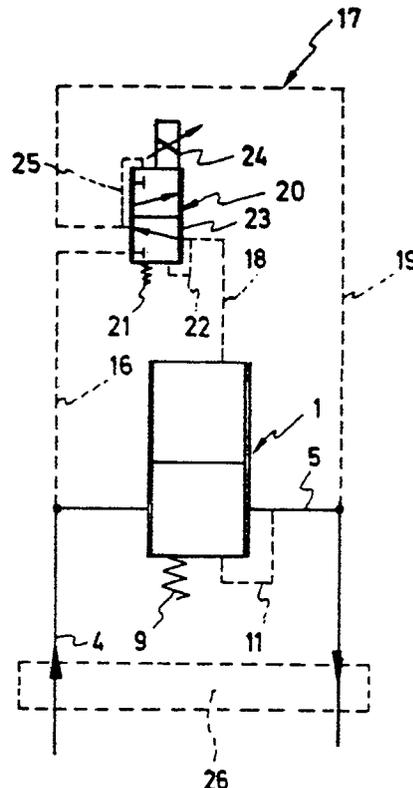


FIG. 2

EP 0 241 870 A2

## Hydraulische Steuervorrichtung

Die Erfindung betrifft eine hydraulische Steuervorrichtung der im Gattungsbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art.

In der Praxis sind Regelventile bekannt, die besonders geeignet sind für Geschwindigkeits- und Lageregelungen von Bewegungen in einer Richtung gegen Last. Dabei ist eine hydraulische Steuervorrichtung vorgesehen, in deren Steuerkreis die Blende und das Dreiwege-Vorsteuerventil sowie das externe Stellglied enthalten sind. Das Dreiwege-Vorsteuerventil erzeugt in Abhängigkeit von der Stellkraft des Stellgliedes an seinem Steueranschluß einen Druck, der das Blendenelement gegen die Kraft der Feder und den Druck in der Ablaufleitung beaufschlagt, um eine bestimmte vorgewählte Blendenöffnungsgröße aufrechtzuerhalten. Der zweite Ausgang des Dreiwege-Vorsteuerventils ist mit dem Tank verbunden, um zum Senken des Drucks am Steueranschluß Druckmittel ablassen zu können. Damit die Steuervorrichtung auf sich ändernde Drücke in der Zulauf- und/oder in der Ablaufleitung reagieren kann, ist eine Wegaufnahmeverrichtung zur Lageregelung des Blendenelementes erforderlich, mit der die jeweilige Lage des Blendenelementes abgetastet und dem Stellglied mitgeteilt wird, das rückwirkend die Stellkraft verändert, um über das Vorsteuerventil die vorher gewählte Blendenöffnungsgröße hydraulisch zu halten. Die Wegaufnahmeeinrichtung ist baulich aufwendig und teuer. Ferner ist das Dreiwege-Vorsteuerventil aufwendig und teuer in der Herstellung, weil es im wesentlichen den vollen Arbeitsdruck gegenüber dem Ablaufdruck zum Tank verarbeiten muß. Ferner ist ein aufwendiger elektrischer Steuerkreis notwendig.

Aus der Zeitschrift Ölhydraulik + Pneumatik, 25 (1981) Nr. 8, Seiten 617 bis 624, sind elektrisch geregelte Zweiwege-Einbauventile bekannt, die einem neuen Konzept entsprechend entwickelt wurden. Auf Seite 618, oben, sind unterschiedliche Möglichkeiten für die Wegrückführung gezeigt, unter anderem auch mit sogenannten Folge-Kolben-systemen. Das letztgenannte Prinzip ist jedoch für eingangs genannte Steuervorrichtungen nur bedingt brauchbar, da es für verschiedene Anwendungszwecke unzulässige Leckverluste in der Nullstellung sowie ein Arbeitsverhalten bedingt, dessen Regelkennung erst bei einem bestimmten Druck mit einem stufenförmigen Übergang beginnt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Steuervorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, mit der eine gewählte Blendenöffnungsgröße auf baulich einfache Weise und mit einem einfachen und preiswerten Vorsteuerventil bei Druckänderungen in der Zulauf- und/oder in der Ablaufleitung beibehalten wird.

Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Bei dieser Ausbildung überlagert sich der Druck in der Ablaufleitung im Vorsteuerventil linear dem Druck am Steueranschluß des Vorsteuerventils, so daß die Druckdifferenz zwischen dem Druck im Steueranschluß des Vorsteuerventils und dem Ablaufdruck stets der Kraft des Stellgliedes proportional ist. Das Vorsteuerventil braucht nur die verhältnismäßig kleine Druckdifferenz zwischen dem Druck in seinem Steueranschluß und dem Ablaufdruck zu verkraften, was den Vorteil bringt, daß das Vorsteuerventil einfach und preiswert ausgebildet sein kann und trotzdem eine außerordentlich wirksame Verstärkung für das externe Stellglied bildet. Daraus resultiert der besondere Vorteil der Steuervorrichtung, weil nämlich ein Stellglied mit verhältnismäßig schwacher Stellkraft ausreicht, auch hohe Drücke und große Fördermengen problemlos zu verarbeiten. Ist das Stellglied beispielsweise ein Proportionalmagnet, so kann dieser schwach und damit klein und preiswert ausgelegt sein. Die hohen Kräfte, die bei gegebenenfalls hohem Arbeitsdruck vorliegen, erzeugt das Vorsteuerventil mit Hilfe des aus dem Druck in der Zulaufleitung aufgebauten Drucks im Steueranschluß, der verhältnismäßig hoch sein kann, aber trotzdem durch den Druck in der Ablaufleitung so weit kompensiert wird, daß das Stellglied trotz der hohen verarbeiteten Drücke nur geringe Stellkräfte aufzubringen braucht und auch das Vorsteuerventil nur die vorerwähnte relativ kleine Druckdifferenz zu verkraften hat. Einzige grundsätzliche Voraussetzung für das ordnungsgemäße Arbeiten der hydraulischen Steuervorrichtung ist, daß der in der Zulaufleitung herrschende Druck stets größer als der Druck in der Ablaufleitung ist, damit der am Steueranschluß des Vorsteuerventils benötigte Druck, der größer als der Druck in der Ablaufleitung sein muß, erzeugt werden kann, und daß ferner der Druck in der Ablaufleitung das Blendenelement entgegen dem Druck vom Steueranschluß des Vorsteuerventils belastet. Die mit der eingestellten Stellkraft des Stellgliedes gewählte Blendenöffnungsgröße in der Blend wird somit ohne gesonderte Wegaufnahmeeinrichtung bei Druckänderungen in der Zulauf- und/oder der

Ablaufleitung selbsttätig gehalten. Da das Vorsteuerventil nur die geringe Druckdifferenz zu verarbeiten hat, kann es praktisch mit Null-Überdeckung arbeiten und die Druckschwankungen sehr feinfühlig ausregeln und trotzdem beim Ein- und Ausschalten der Steuervorrichtung rasch ansprechen. Die grundlegendsten Vorteile dieser Ausbildung sind die Möglichkeit, auch bei hohen Drücken und großen Fördermengen ein verhältnismäßig schwaches Stellglied zu benutzen, und die Möglichkeit, ohne eine teure Wegaufnahmeeinrichtung ein einfaches und deshalb preiswertes Vorsteuerventil einzusetzen.

Eine zweckmäßige Ausführungsform geht weiterhin aus Anspruch 2 hervor. Ein handelsübliches Druckminderventil läßt sich besonders nutzbringend und kostensparend einsetzen, es braucht nur sein Tankanschluß mit der Ablaufleitung verbunden zu werden.

Zweckmäßig ist ferner die Ausführungsform von Anspruch 3, weil mit der Nullstellungsfeder erreicht wird, daß das Vorsteuerventil beim Ausschalten der Vorrichtung selbsttätig seine Nullstellung einnimmt und sein Ventilelement nicht in einer Zwischenstellung hängenbleibt.

Ein weiterer, wichtiger Gedanke geht aus Anspruch 4 hervor. Da die Druckdifferenz stets der Stellkraft des Proportionalmagneten proportional bleibt, wird neben dem Vorteil, daß die mit einer bestimmten Stellkraft gewählte Blendenöffnungsgröße bei Druckschwankungen selbsttätig gehalten wird, eine exakt proportionale Veränderung der Blendenöffnungsgröße in Abhängigkeit von der Strombeaufschlagung des Proportionalmagneten erreicht. Der Proportionalmagnet kann verhältnismäßig schwach ausgelegt sein, so daß er kostengünstig ist und kompakte Abmessungen erreicht werden.

Eine weitere, vorteilhafte Ausführungsform geht aus Anspruch 5 hervor. In der Nullstellung des Vorsteuerventils nimmt die Blende selbsttätig ihre Schließstellung ein, wie es für bestimmte Anwendungsfälle erforderlich ist. Die das Blendenelement beaufschlagende Feder bestimmt im übrigen die Druckdifferenz zwischen dem Druck im Steueranschluß des Vorsteuerventils und dem Druck in der Ablaufleitung.

Bei einer anderen, für andere Anwendungszwecke geeigneten Ausführungsform sind die Merkmale von Anspruch 6 wichtig, da dann die Blende in der Nullstellung des Vorsteuerventils selbsttätig ihre volle Öffnungsstellung einnimmt.

Wichtig ist schließlich auch das Merkmal von Anspruch 7, weil die Steuervorrichtung mit der Druckwaage eine lastkompensierte Stromregelventileinrichtung schafft, die sich durch kompakte Außenabmessungen und nur wenige Einzelteile

auszeichnet. Die Blende mit der Steuervorrichtung bildet bei dieser Ausbildung die Regelblende der Druckwaage. Die Druckwaage sorgt im übrigen für den stets höheren Druck in der Zulaufleitung.

Anhand der Zeichnung werden nachstehend Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Blende mit einer schematisch angedeuteten hydraulischen Steuervorrichtung,

Fig. 2 als Blockschaltbild eine lastkompensierte Stromregelvorrichtung, und

Fig. 3 + 4 zwei Ausführungsvarianten der Blende.

In Fig. 1 ist eine Blende 1 schematisch dargestellt, die in einem nicht näher gezeigten Gehäuse untergebracht ist. Im Gehäuse ist ein Ringkanal 2 als Teil einer Blendenkammer 6 vorgesehen, aus der nach unten ein Ablaufkanal 3 herausgeführt ist. Zum Ringkanal 2 führt eine Zulaufleitung 4. Vom Ablaufkanal 3 führt eine Ablaufleitung 5 weg. In der Blendenkammer 6 ist ein Blendenelement 7 in Form eines Blendenkolbens verschiebbar geführt, das radial verteilte Durchgänge 8 aufweist. Das Blendenelement 7 wird durch eine Feder 9 in Fig. 1 nach oben beaufschlagt. Das Blendenelement 7 teilt die Blendenkammer 6 in eine obere Kammer 10 und eine untere Kammer 11. Die Durchgänge 8 definieren mit ihren Rändern zusammen mit Begrenzungskanten 13 des Ringkanals 2 eine Blendenöffnung 14, deren Größe in Abhängigkeit von der Hubstellung des Blendenelementes 7 veränderbar ist. In die Kammer 10 mündet ein Kanal 15. An die Zulaufleitung 4 ist eine Steuerleitung 16 angeschlossen, die in eine strichliert angedeutete hydraulische Steuervorrichtung 17 führt, die über eine Leitung 18 mit dem Kanal 15 und über eine Leitung 19 mit der Ablaufleitung 5 verbunden ist. Anstelle der von der Zulaufleitung 4 abzweigenden Steuerleitung 16 könnte auch eine getrennte und extern versorgte Steuerleitung vorgesehen sein.

Wird das Blendenelement 7 in Fig. 1 nach unten bewegt, so wird die Größe der Blendenöffnung 14 verkleinert. In der unteren Endstellung des Blendenelementes 7 ist die Blendenöffnung 14 verschlossen. In der oberen Endstellung des Blendenelementes 7 ist hingegen die Blendenöffnung mit voller Größe geöffnet.

Aus Fig. 2 ist erkennbar, daß die hydraulische Steuervorrichtung 17 ein Dreiwege-Vorsteuerventil 20 enthält, das ein übliches Druckminderventil einfacher Bauart sein kann. Ein mit 23 bezeichnetes Ventilelement des Dreiwege-Vorsteuerventils 20 wird durch eine schwache Nullstellungsfeder 21 und durch mittels einer Vorsteuerleitung 22 von der Leitung 18 abgeleiteten Druck in Richtung nach oben beaufschlagt. Dieser Beaufschlagung wirkt der über eine Steuerleitung 25 von der Leitung 19

abgeleitete Druck am oberen Ende des Ventilelementes 23 entgegen. Ferner greift am Ventilelement 23 ein Stellglied 24 an, das zur Verstellung seiner beispielweise nach unten gerichteten Stellkraft extern betätigbar ist. Zweckmäßigerweise ist das Stellglied 24 ein Proportionalmagnet, dessen Magnetkraft sich proportional zur Strombeaufschlagung verändert.

Ferner ist in Fig. 2 angedeutet, daß die Zulaufleitung 4 und die Ablaufleitung 5 durch eine Druckwaage 26 geführt sind, die dafür sorgt, daß der Druck in der Zulaufleitung 4 stets höher ist, als in der Ablaufleitung 5. Auf diese Weise wird insgesamt eine lastkompensierte Stromregelventileinrichtung geschaffen.

Die hydraulische Steuervorrichtung arbeitet wie folgt:

Vor Betriebsaufnahme hat die Feder 9 das Blendenelement 7 in die obere Endstellung verschoben; die Blendenöffnung 14 hat ihr volle Größe. Das Stellglied 24 bringt keine Stellkraft auf. Die Nullstellungsfeder 21 hat das Ventilelement 23 in seine obere Endstellung verschoben (entsprechend der symbolischen Darstellung in Fig. 2); die Verbindung von der Leitung 18 zur Leitung 19 ist offen.

Wird nun Druck eingespeist, so wird auch mit dem Stellglied 24 eine vorbestimmte Stellkraft eingestellt, die einer bestimmten Größe der Blendenöffnung 14 entspricht. Das Ventilelement 23 des Vorsteuerventils 20 hat sich nach unten bewegt, so daß aus der Leitung 16 mit ihrem Druck  $P_A$  im Steueranschluß des Vorsteuerventils 20 ein Druck  $P_X$  aufgebaut wird, der über die Leitung 18 das Blendenelement 7 oben belastet und nach unten verschiebt, so daß die Blendenöffnung 14 allmählich geschlossen wird. Der sich bis dahin in der Ablaufleitung 5 aufbauende Druck B erzeugt in der Leitung 19 den Druck  $P_B$ , der über die Steuerleitung 25 zusammen mit der Stellkraft des Stellgliedes 24 das Ventilelement 23 nach unten belastet, so daß sich zwischen dem Druck  $P_X$  und dem Druck  $P_B$  eine Druckdifferenz einstellt, die exakt der Stellkraft des Stellgliedes 24 proportional ist. Unter der Kraft der Feder 9 und mit dem Druck B in der Leitung L wird das Blendenelement 7 in einer vorbestimmten Hubstellung gehalten, in der die vorbestimmte Blendenöffnungsgröße eingestellt ist. Es ergibt sich ein Gleichgewichtszustand.

Steigt bei einer Anwendung der Blende 1 in Verbindung mit einer Druckwaage 26 (wie in Fig. 1 angedeutet) der Druck A in der Zulaufleitung 4, so steigt auch der Druck  $P_B$  in der Leitung 19 und der Steuerleitung 25, die das Ventilelement 23 geringfügig nach unten verlagert, so daß auch der Druck  $P_X$  in der Leitung 18 und in der Steuerleitung 22 steigt, der wegen des ebenfalls steigenden Druckes  $P_B$  der Tendenz des Blendenelementes 7,

sich nach oben zu bewegen, entgegenwirkt und das Blendenelement in der Hubstellung festhält, die der vorgewählten Größe der Blendenöffnung 14 entspricht.

Sinkt oder steigt hingegen bei einer Anwendung der Blende 1 ohne eine Druckwaage der Druck A, so ändert sich die Stellung des Blendenelementes 7 nicht, da der Druck A sowohl beim Blendenelement 7 als auch im Vorsteuerventil 20 radial eingespeist wird, darart, daß er keine Kraft in axialer Richtung erzeugen kann.

Steigt hingegen der Druck B in der Ablaufleitung 5, was über die Steuerleitung 11 ein Anheben des Blendenelementes 7 bewirken möchte, so wird auch das Ventilelement 23 über die Steuerleitung 25 geringfügig nach unten bewegt, damit aus dem Druck  $P_A$  der Druck  $P_X$  in der Leitung 18 entsprechend erhöht wird, bis wieder die eingestellte Größe der Blendenöffnung 14 gehalten ist.

Sinkt der Druck B in der Ablaufleitung 5, möchte der Druck  $P_X$  in der Leitung 18 das Blendenelement 7 nach unten bewegen. Da gleichzeitig der Druck  $P_B$  in der Leitung 19 und in der Steuerleitung 25 sinkt, ist das Ventilelement 23 unter dem noch hohen Druck in der Steuerleitung 22 geringfügig nach oben verlagert, so daß der Druck  $P_X$  in der Leitung 18 über die Leitung 19 entsprechend abgesenkt wird, damit die Größe der Blendenöffnung 14 gehalten wird.

Auf diese Weise wird die durch das Stellglied 24 vorgegebene Größe der Blendenöffnung 14 bei Druckschwankungen selbsttätig eingehalten.

Ob die Menge des über die Blendenöffnung 14 strömenden Druckmittels konstant gehalten wird, oder das Druckgefälle, ist für die Steuervorrichtung 17 ohne Bedeutung. Dies spielt auch für viele Anwendungsfälle keine Rolle, sondern entscheidend ist das Aufrechterhalten einer bestimmten Größe der Blendenöffnung 14. Soll auch die Menge konstant gehalten werden, so kann dazu die Druckwaage 26 in üblicher Weise benutzt werden.

Fig. 3 und 4 zeigt zwei Möglichkeiten zur Ausbildung der Blende. Fig. 3 zeigt die in Fig. 1 gezeigte Blende in symbolhafter Darstellung, wobei die Feder 9 dafür sorgt, daß in Nullstellung die Blende 1 ihre volle Öffnungsstellung einnimmt.

Bei der Ausführungsform der Blende 1' gemäß Fig. 4 ist hingegen vorgesehen, daß die Blende in Nullstellung ihre volle Schließstellung einnimmt, in der die Verbindung von der Zulaufleitung zur Ablaufleitung unterbrochen ist. Grundvoraussetzung für das einwandfreie Funktionieren der Steuervorrichtung ist es, daß der Druck  $P_A$  und somit der Druck in der Zulaufleitung 4 größer oder gleich ist der Summe aus dem Druck  $P_B$  entsprechend dem Druck B in der Ablaufleitung 5 zuzüglich der maximalen Druckdifferenz, die das Dreiwege-Vorsteuerventil 20 zu verarbeiten vermag. Der in der Leitung

18 herrschende Druck  $P_x$  ergibt sich aus der Summe des Druckes  $P_B$  in der Leitung 19 (entsprechend dem Druck B in der Ablaufleitung 5) und der jeweiligen Druckdifferenz des Dreiwege-Vorsteuerventils 20, d.h., der Druckdifferenz zwischen dem Druck  $P_x$  und dem Druck  $P_B$ .

Wichtig ist auch, daß das Dreiwege-Vorsteuerventil in der Nullstellung praktisch ohne Leckverluste arbeitet, so daß es z.B. bei Gabel- oder Hubstaplern problemlos eingesetzt werden kann.

### Ansprüche

1. Hydraulische Steuervorrichtung mit einer Blende (1) mit einer hydraulisch verstellbaren Blendenöffnung (14) zwischen einer Zulauf- und einer Ablaufleitung (4,5), mit einem Dreiwege-Vorsteuerventil (20), dessen Ventilelement (23) mit einem externen Stellglied (24) in Verbindung steht, und das mit seinem Eingang an eine Zulaufsteuerdruckleitung (16) und mit seinem Steueranschluß an eine Kammer (10) der Blende (1) angeschlossen ist, in der ein Blendenelement (7) entgegen dem Druck in der Ablaufleitung (5) und der Kraft einer Feder (9) beaufschlagbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zweite Ausgang des Dreiwege-Vorsteuerventils (20) mit der Ablaufleitung (5) verbunden ist, daß das Ventilelement (23) des Dreiwege-Vorsteuerventils (20) entgegen der Stellkraft des externen Stellgliedes (24) vom Druck im Steueranschluß und in der entgegengesetzten Richtung vom Druck im zweiten Ausgang des Dreiwege-Vorsteuerventils (20) beaufschlagt wird, und daß der Druck in der Zulaufleitung (4) um mindestens den maximalen Wert der möglichen Druckdifferenz zwischen dem Druck im Steueranschluß und dem Druck im zweiten Ausgang größer ist als der Druck in der Ablaufleitung (5).

2. Hydraulische Steuervorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Dreiwege-Vorsteuerventil (20) ein Druckminderventil ist, dessen Tankausgang mit der Ablaufleitung (5) verbunden ist.

3. Hydraulische Steuervorrichtung nach den Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß am Ventilelement (23) des Dreiwege-Vorsteuerventils (20) parallel zum Druck im Steueranschluß eine schwache Nullstellungsfeder (21) wirksam ist.

4. Hydraulische Steuervorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das externe Stellglied (24) ein Proportionalmagnet mit zur Strombeaufschlagung proportionaler Stellkraft ist, und daß die Druckdifferenz zwischen dem Druck im Steueranschluß und

dem Druck im zweiten Ausgang des Dreiwege-Vorsteuerventils (20) der jeweiligen Stellkraft des Proportionalmagneten proportional ist.

5. Hydraulische Steuervorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Blendenelement (7) unter der Kraft der Feder (9) in eine Schließstellung der Blendenöffnung (14) bewegbar ist.

6. Hydraulische Steuervorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Blendenelement (7) unter der Kraft der Feder (9) in eine volle Öffnungsstellung der Blendenöffnung (14) bewegbar ist.

7. Hydraulische Steuervorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Blende (1) die Regelblende einer Druckwaage (26) ist.

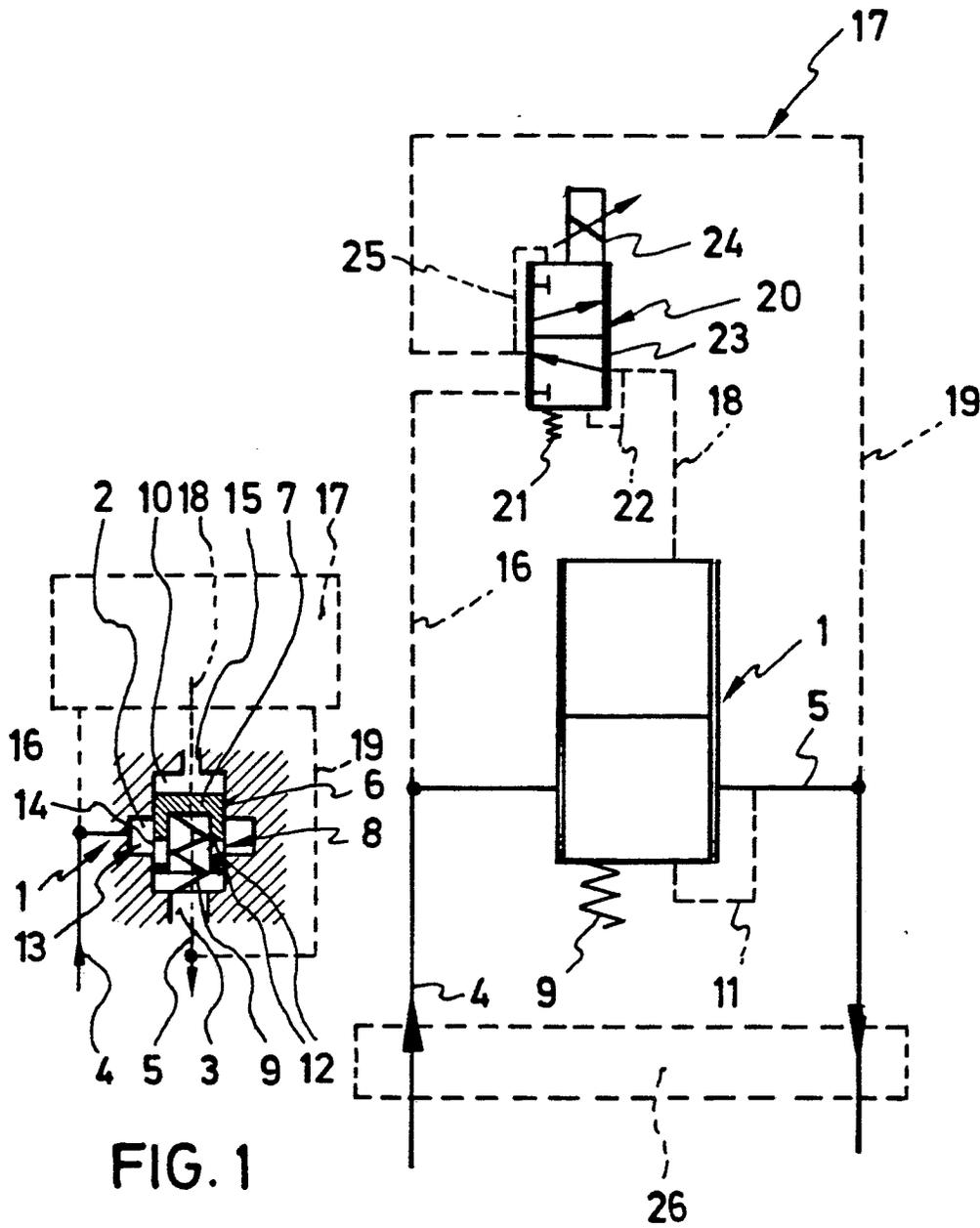


FIG. 1

FIG. 2

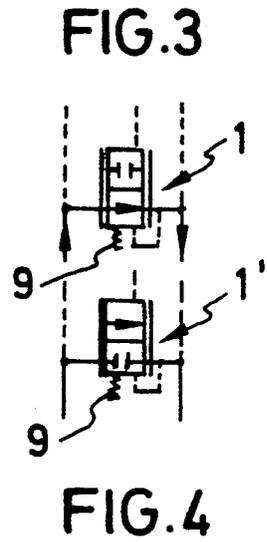


FIG. 3

FIG. 4