

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 536 734 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **92117141.9**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **F15C 3/02, F15B 13/16**

(22) Anmeldetag: **08.10.92**

(30) Priorität: **08.10.91 DE 4133346**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**14.04.93 Patentblatt 93/15**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT SE**

(71) Anmelder: **Egger, Heinrich**  
**Fuggerstrasse 17**  
**W-8901 Welden(DE)**  
Anmelder: **HOERBIGER FLUIDTECHNIK GmbH**  
**Martina Hörbiger-Strasse 5**  
**W-8920 Schongau(DE)**

(72) Erfinder: **Egger, Josef**  
**Sonnenhang 3**  
**W-8921 Appeldorf(DE)**  
Erfinder: **Egger, Heinrich**  
**Fuggerstr.17**  
**W-8901 Welden(DE)**

(74) Vertreter: **Ernicke, Hans-Dieter, Dipl.-Ing.**  
**Patentanwälte Dipl.-Ing. H.-D. Ernicke**  
**Dipl.-Ing. Klaus Ernicke Schwibbogenplatz**  
**2b**  
**W-8900 Augsburg (DE)**

(54) **Verfahren zum Betreiben einer ein- oder mehrstufigen fluidischen Steuereinheit sowie fluidische Steuereinheit.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer ein- oder mehrstufigen fluidischen Steuereinheit, insbesondere eines hydraulischen Ventils, wie auch die Steuereinheit selbst. Die Steuereinheit wird nach Art eines elektronischen Operationsverstärkers ausgebildet und betrieben. Hierzu ist ein Stellglied (2), z.B. ein Kolben, vorhanden, das von einer Stellkraft (7) beaufschlagt wird und die Druck- und Strömungsverhältnisse zwischen einem Zufluß (P1) und einem Ausgang (P2,A) sowie gegebenenfalls einem Tank (T) einstellt und steuert. Dabei wird aus dem Ausgang (P2,A) der Steuereinheit (1) oder einer Zwischenstufe unter Druckverminderung eine fluidische Regelkraft (9,9') als Eingang abgeleitet, die regelnd am Stellglied (2) angreift und zusammen mit der Stellkraft (7) wirkt. Die fluidische Regelkraft (9,9') kann im Sinne einer Gegenkopplung am invertierenden Eingang oder einer Mitkopplung am nicht invertierenden Eingang wirken. Vorrichtungstechnisch ist dem Stellglied (2) mindestens eine fluidge-

füllte Steuerkammer (8,8') zugeordnet, die in einem Netzwerk zwischen mindestens zwei fluidischen Widerständen (13,14,15,13',15') unter fluidischen Widerständen (13,14,15,13',15') und Speichergliedern (16,17) geschaltet ist, von denen mindestens einer mit dem Ausgang (P2,A) der Steuereinheit (1) oder einer Zwischenstufe verbunden ist.

EP 0 536 734 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer ein- oder mehrstufigen fluidischen Steuereinheit, insbesondere eines hydraulischen Ventils und dessen Ausbildung.

In der Praxis sind hydraulische Ventile bekannt, die ein üblicherweise kolbenförmiges Stellglied aufweisen, das von einem Stellantrieb mit einer Stellkraft beaufschlagt wird und das die Druck- und Strömungsverhältnisse zwischen einem Zufluß (P1) und einem Ausgang (P2,A) der Steuereinheit sowie gegebenenfalls einem Tank (T) einstellt und steuert. Bei solchen Ventilen kann zum Druckausgleich auch eine Ausgleichskammer an der Kolbenrückseite vorgesehen sein, die über eine Bohrung mit dem Ausgang (P2,A) verbunden ist. In dieser Ausgleichskammer herrscht dann der volle Ausgangsdruck. Bei Stromregelventilen ist es ferner bekannt, den vor der Drossel befindlichen Raum mit der Ausgleichskammer zu verbinden. Es führt in allen Fällen jeweils nur eine Leitung von der Ausgangsseite her in die Ausgleichskammer. Diese Anordnung dient zum Aufbau einer Kraftunterstützung. Eine Regelung der bekannten Ventile findet von der Eingangsseite her statt durch entsprechende Vorsteuerventile oder dergleichen andere Anordnungen.

Bekannte Ventile mit Drucksteuerung haben den Nachteil, daß die Stellkraft gegen den realen Ausgangsdruck wirken muß. Sollen große Drücke oder große Durchflußmengen geschaltet werden, zwingt dies zu einer Verstärkung der Steuerkraft durch ein- oder mehrere Vorsteuerventile. Solche Ventile sind bauaufwendig, kompliziert und durch ihre Mehrstufigkeit teuer. Sie neigen ferner zu Schwingungen, lassen sich manchmal nur unzureichend abstimmen und besitzen teilweise einen kleinen Arbeitsbereich. Problematisch kann auch das Zeitverhalten der bekannten Hydroventile sein. Die Schwingungsneigung macht Dämpfungsmaßnahmen erforderlich, die ihrerseits wieder die Schaltzeit nach unten begrenzen. Das Zeitverhalten hängt auch häufig von der Bauform ab, wobei sich aber bekannte Ventile nur schwer an unterschiedliche Erfordernisse anpassen lassen. Dies zwingt zum Bau spezieller Ventile mit speziellen Eigenschaften und zu einer Vielzahl von Ventiltypen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Ausbildung für eine fluidische Steuereinheit aufzuzeigen, die eine Verringerung des Bauaufwandes in Verbindung mit besseren Steuereigenschaften ermöglichen.

Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen im Verfahrens- und Vorrichtungshauptanspruch.

Die fluidische Steuereinheit wird von der Ausgangsseite her geregelt, wobei durch Druckverminderung geringe Regelkräfte erzielbar sind. Die fluidische Steuereinheit ist dabei in Analogie zu einem

elektrischen Operationsverstärker aufgebaut und wird entsprechend betrieben, wobei die Ausgangsgröße auf einen invertierenden Eingang am Stellglied geschaltet ist.

Mit diesem Betriebs- und Gestaltungskonzept der fluidischen Steuereinheit lassen sich mit wenigen Grundkonzeptionen unterschiedlichste Steuer- und Regelwirkungen erzielen. Der Bauaufwand ist wesentlich geringer, da durch die über die Druckverminderung erreichten niedrigen Regelkräfte aufwendige Verstärkungsmaßnahmen wie beim Stand der Technik entfallen können. Die fluidischen Steuereinheiten lassen sich durch Variation bzw. einfache Einstellung der fluidischen Widerstände leichter an die Erfordernisse anpassen und haben in einigen Bauformen große Arbeitsbereiche. Die fluidischen Steuereinheiten lassen sich von der Auslegung her leichter beherrschen und besitzen ein günstigeres Zeit- und Schwingungsverhalten, als dies bisher bekannt war. Mit den in den Ansprüchen angegebenen Grundkonzeptionen lassen sich beliebige Funktionen auf fluidischem Wege darstellen, was bisher nur mit elektrischen Einheiten möglich war. Die fluidischen Steuereinheiten können als fluidische Operationsverstärker mit all ihren Einsatz- und Abwandlungsmöglichkeiten angesehen werden.

Die fluidischen Steuereinheiten erscheinen in ihren konkreten Bauformen vorzugsweise als hydraulische Steuer-, Regel- und Schaltventile. Anstelle von Hydrauliköl können aber auch andere Fluide, darunter auch Gase, eingesetzt werden. Die Ausbildung der Stellglieder und der Stellantriebe ist beliebig. Aus Gründen der Einfachheit und Präzision werden Stellkolben und Elektromagnete bevorzugt.

In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung in einigen konkreten Ausführungsbeispielen angegeben. Darüber hinaus können beliebige andere Ausbildungen und Funktionen mit den angegebenen Einzelteilen und dem Betriebsverfahren ausgebildet werden.

Die Erfindung ist in den Zeichnungen beispielsweise und schematisch dargestellt. Im einzelnen zeigen:

Fig. 1: ein Druckminderventil in schematischer Darstellung und mit Schaltsymbol,

Fig. 2: eine Variante als vorgesteuertes Druckminderventil mit Schemadarstellung und Schaltsymbol,

Fig. 3: einen Zwei-Wege-Stromregler in Schemadarstellung und mit Schaltsymbol,

Fig. 4: eine Variante zu Fig. 3 als Drei-Wege-Stromregler,

Fig. 5: eine weitere Variante als Flanken-Generator mit Schemadarstellung und

Schaltsymbol,

Fig. 6: eine Abwandlung von Fig. 5 in Form eines Puls-Generators und

Fig. 7: eine Abwandlung von Fig. 1 als Druckminderventil mit Mitkoppelung.

In den Zeichnungen ist jeweils eine fluidische Steuereinheit (1) in der bevorzugten Ausführungsform als hydraulisches Ventil dargestellt. In ähnlicher Weise können auch pneumatische Ventile oder andere Arten fluidischer Steuereinheiten unter entsprechender Anpassung an die Fluidefordernisse aufgebaut sein.

Die fluidischen Steuereinheiten (1) haben jeweils einen Zufluß (P1) und einen Ausgang (P2) oder (A) und gelegentlich auch einen Tank (T). In manchen Fällen, z.B. bei Druckbegrenzungsventilen, können Zufluß (P1) und Ausgang (P2) oder (A) auch zusammenfallen. Die Steuereinheiten (1) können in fluidische, insbesondere hydraulische Netze oder Systeme eingebunden sein.

In den Zeichnungen sind zu den schematischen Ventildarstellungen mit den Leitungen und Baugruppen der Steuereinheiten (1) auch Schaltsymbole angegeben. Die fluidischen Steuereinheiten (1) verhalten sich in Ihrer Ausbildung und Funktion ähnlich elektrischen Operationsverstärkern.

Die Steuereinheiten (1) bestehen jeweils aus einem Stellglied (2), vorzugsweise in Form eines mit ein oder mehreren Steuerkanten versehenen Stellkolbens (3), der axial hin- und herbewegt wird. Auf einer Seite wirkt ein Stellantrieb (6), der eine axiale Stellkraft (7) entwickelt. Vorzugsweise besteht der Stellantrieb (6) aus einem steuerbaren Elektromagneten. Wie Fig. 5, 6 und 7 verdeutlichen, kann der Stellantrieb (6) auch als fluidischer, insbesondere hydraulischer Antrieb ausgebildet sein. Der Stellkolben (3) hat hierzu eine entsprechende Steuerfläche (4). Es können auch Kombinationen von mechanischen und fluidischen Stellantrieben (6) vorgesehen sein (vgl. Fig. 7). Bei einfachen Bauformen kommen auch Federn oder dergleichen andere einfache Bauteile in Betracht.

Dem Stellglied (2) bzw. Stellkolben (3) ist vorzugsweise auf der gegenüberliegenden Seite eine Steuerkammer (8) zugeordnet, in der eine fluidische Regelkraft (9) entwickelt wird, die über eine Steuerfläche (5) auf das Stellglied (2) bzw. den Stellkolben (3) einwirkt. Je nach gewünschter Funktion der Steuereinheit (1) wirkt diese Regelkraft (9) im Sinne einer Gegenkopplung. Ferner kann sie im Sinne einer Mitkopplung (Fig. 7) und zwar kombinativ oder alternativ zur Gegenkopplung wirken. Eine solche Ausbildung ist für manche Regelkonzepte sinnvoll, beispielsweise zur Beeinflussung des dynamischen Verhaltens. In diesem Fall können auch zwei entgegengesetzt wirksame Steuerkammern vorgesehen sein.

Die Regelung der Steuereinheit (1) erfolgt jeweils vom Ausgang (P2,A) her. In den verschiedenen Ausführungsbeispielen ist vom Ausgang (P2,A) jeweils eine Verbindungsleitung (10) zur Steuerkammer (8) verlegt. In der Verbindungsleitung (10) befindet sich zum Zwecke der Druckverminderung und Erzeugung einer möglichst niedrigen Regelkraft (9) ein hydraulischer Widerstand (13), der auch mehrfach vorhanden sein kann. Wie sich aus dem nachfolgend näher beschriebenen Ausführungsbeispiel der Fig. 2 ergibt, können der oder die fluidischen Widerstände (13,14) auch mit einem oder mehreren Speichergliedern (17) kombiniert sein. Entsprechend Fig. 5 ergibt sich die weitere Alternative, ein fluidisches Speicherglied (16) anstelle eines oder mehrerer fluidischer Widerstände (13,14) in die Verbindungsleitung (10) zu schalten.

Von der Steuerkammer (8) führt eine Verbindungsleitung (11) weiter. In dieser Verbindungsleitung (11) ist mindestens ein weiterer fluidischer Widerstand (15) und/oder ein Speicherglied (16,17) angeordnet. Die Speicherglieder (16,17) werden beispielsweise zu dem Zweck eingesetzt, bestimmte Frequenzen zu filtern, Phasenverschiebungen zu veranlassen, Integrator- und Differentiatorfunktionen zu bilden etc.. Sie sind in ihrer Anordnung und Funktion mit Kondensatoren in einem elektrischen Operationsverstärker vergleichbar.

Die Steuerkammer (8) ist somit in ein Netzwerk von mindestens zwei fluidischen Widerständen (13,14,15) oder einer Kombination von mindestens zwei Bauteilen in Form von fluidischen Widerständen (13,14,15) und Speichergliedern (16,17) eingebunden.

Die Verbindungsleitung (11) kann gemäß der verschiedenen Ausführungsbeispiele in den Tank (T), den Zufluß (P1) oder an anderer Stelle münden. Sie kann ferner mit einer weiteren Druckleitung (24) verbunden sein.

Die fluidischen Widerstände (13,14,15) können unterschiedlich ausgebildet sein. Über ihre Einstellung wird die gewünschte Größenordnung des Drucks in der Steuerkammer (8) und damit der gewünschte Größenbereich der Regelkraft (9) eingestellt. Die fluidischen Widerstände (13,14,15) können fest eingestellt oder variabel sein. In der bevorzugten Ausführungsform bestehen sie aus einstellbaren Düsen oder Drosseln. Sie können aber auch als Blenden oder auf geeignete andere, den Druck vermindernde Weise ausgebildet sein. Die Abstimmung der fluidischen Widerstände (13,14,15) und der Speicherglieder (16,17) hängt von der Stellkraft (7), den zu bewegenden Massen, der Größe der über den Zufluß (P1) und den Ausgang (P2,A) zu schaltenden Drücke oder Durchflussmengen sowie von der Größe der Steuerfläche (5) und anderen Auslegungsfaktoren ab. Vorteilhaft ist die Abstimmung so gewählt, daß sich niedrige Re-

gelkräfte (9) ergeben, die beispielsweise im Bereich der von einem Elektromagneten direkt erzeugbaren Stellkräfte (7) liegen. So kann eventuell auf Vorsteuereinheiten verzichtet werden.

Fig. 1 zeigt die Steuereinheit (1) in Form eines Druckminderventils (25). Der Stellkolben (3) schaltet den Zufluß (P1) zur Begrenzung und Einhaltung eines über die Stellkraft (7) wählbar vorgegebenen Druckes auf einen Ausgang (P2). Die Verbindungsleitung (10) zweigt vom Ausgang (P2) mit einem fluidischen Widerstand (13) zur Steuerkammer (8) ab. Die Steuerkammer (8) ist auf der anderen Seite über die Verbindungsleitung (11) und einen zweiten fluidischen Widerstand (14) mit dem Tank (T) verbunden. Die Tankleitung (12) kann über einen Druckraum am Stellkolben (3) führen. Das kleine Symbol verdeutlicht die fluidische Schaltung.

Wenn der Druck am Ausgang (P2) über das vorgegebene Maß steigt, erhöht sich auch der Druck in der Steuerkammer (8). Die Regelkraft (9) steigt an und schiebt den Stellkolben (3) gegen die Stellkraft (7) in Schließstellung. Im Bereich des Eingangs (P1) ist der Steuerkolben (3) druckausgeglichen, so daß die Regelkraft (9) nur gegen die Stellkraft (7) und gegebenenfalls den Tankdruck wirkt. In der gezeigten Ausführungsform wird eine Druckminderung gegen den Tankdruck geregelt. Es ist alternativ auch möglich, eine Regelung gegen die Atmosphäre oder gegen einen anderen Bezugsdruck vorzunehmen. Sobald der Ausgangsdruck durch den geschlossenen Stellkolben (3) unter den eingestellten Wert fällt, sinkt entsprechend der Druck in der Steuerkammer (8), so daß die Stellkraft (7) den Stellkolben (3) und damit den Zufluß (P1) wieder öffnen kann.

In Abwandlung der gezeigten Ausführungsform als Druckbegrenzer kann das Ventil auch einen gemeinsamen Zufluß und Ausgang (P1,P2) in Verbindung mit einem Stellkolben mit Schließfunktion haben. Die Schaltanordnung und Funktion der hydraulischen Widerstände (13,15) ist hierbei die gleiche.

Fig. 2 zeigt eine Variante in Form eines vorgesteuerten Druckminderventils. Das Vorsteuerventil (26) schaltet über seinen Stellkolben (3) das Schaltventil (27) für die großen Durchflußmengen. Das Schaltventil (27) besitzt einen schwimmenden Schaltkolben (20), an dem beidseits Druckkammern (21,22) angeordnet sind. Der Zufluß (P1) des Schaltventils (27) ist mit dem Stellkolben (3) verbunden. Steigt durch einen erhöhten Druck am Ausgang (P2) der Druck in der Steuerkammer (8), öffnet der Stellkolben (3) und schaltet den Zufluß (P1) auf die Druckkammer (22). Hierdurch wird der Schaltkolben (20) in Schließstellung gebracht. Fällt hingegen der Druck am Ausgang (P2) unter den vorgegebenen Wert, überwiegt die Stellkraft (7) gegenüber der entsprechend verringerten Regelkraft

(9), so daß die andere Druckkammer (21) vom Zufluß (P1) beschaltet wird, und den Schaltkolben (20) in Öffnungsstellung bringt. Der Stellkolben (3) ist so gestaltet, daß aus der jeweils nicht beaufschlagten Druckkammer (21,22) das überschüssige Fluid über die Verbindungsleitung (11) und die Tankleitung (12) abfließen kann.

Das vorgesteuerte Ventil (26) hat in diesem Ausführungsbeispiel eine besondere schwingungsdämpfende Ausbildung. In die vom Ausgang (P2) abzweigende Verbindungsleitung (10) ist hierfür zunächst ein fluidischer Widerstand (13) geschaltet. Anschließend ist ein Speicherglied (17) angeordnet, das einen federbelasteten Kolben aufweist und gegen den Tank (T) geschaltet sein kann. Nach der Abzweigung zum Speicherglied (17) und vor der Abzweigung zur Steuerkammer (8) sitzt ein weiterer fluidischer Widerstand (14). In der anschließenden Verbindungsleitung (11) ist ein zweites Speicherglied (17) der vorbeschriebenen Art vor einem dritten fluidischen Widerstand (15) angeordnet. Das Netzwerk aus fluidischen Widerständen (13,14,15) und Speichergliedern (17) führt zu einer Verzögerung des Druckanstiegs in der Steuerkammer (8). Bestimmte, insbesondere zu hohe Frequenzanteile im Ausgangsdruck an (P2) lassen sich ausfiltern. Hierdurch ergibt sich ein besseres Schaltverhalten. Ein optimales Verhalten mit völliger Schwingungsunterdrückung ergibt sich, wenn eine Phasenverschiebung des invertierenden Eingangs um 90° erfolgt. Dies läßt sich durch entsprechende Abstimmung der fluidischen Widerstände (13,14,15) und der Kapazitäten sowie Federbelastungen der Speicherglieder (17) erreichen.

Solche Anordnungen können auch bei anderen Bauformen der hydraulischen Steuereinheit (1) verwirklicht werden. Sie sind nicht nur bei vorgesteuerten Ventilen vorteilhaft. Darüber hinaus kann das Schaltventil (27) auch eine andere Funktion und Charakteristik als das gezeigte Druckminderventil (25) haben. Je nach Auslegung und Steuererfordernissen kann für die Funktion des vorgesteuerten Ventils auch ein einzelner fluidischer Widerstand (13) unter Verzicht auf die Speicherglieder (17) und den zweiten fluidischen Widerstand (14) genügen. Für die reine Funktion des vorgesteuerten Ventils (26) wäre eine solche Anordnung ausreichend.

In der gezeigten Ausführungsform von Fig. 2 ist die Verbindungsleitung (10) am Ausgang (P2) des Schaltventils (27) und damit am Ausgang der gesamten Steuereinheit (1) angeordnet. Alternativ kann die Zuleitung mit entsprechender Schalt- und Steuerfunktion auch vom Ausgang einer Zwischenstufe einer mehrstufigen Steuereinheit (1) abzweigen. Im gezeigten Ausführungsbeispiel wäre dies beispielsweise an den Verbindungsleitungen zwischen dem Vorsteuerventil (26) und den beiden Druckkammern (21,22) möglich. Das Schaltventil

(27) kann dann ein der gewünschten Funktion entsprechendes Netzwerk erhalten.

Fig. 3 zeigt die fluidische Steuereinheit (1) in Form eines Zwei-Wege-Stromreglers (28). Hier schaltet der Stellkolben (3) den Zufluß (P1) über einen Zwischenraum (23) und eine nachfolgende Drossel (18) auf den Ausgang (P2). Die Drossel (18) kann eine feste Einstellung haben, wobei die Mengeneinstellung über die Stellkraft (7) erfolgt. Die eine Verbindungsleitung (10) zweigt bei dieser Ausführungsform in Strömungsrichtung hinter der Drossel (18) ab und besitzt einen fluidischen Widerstand (13) vor der Steuerkammer (8). Die andere Verbindungsleitung (11) weist einen zweiten fluidischen Widerstand (15) auf und mündet im Zwischenraum (23). Am Ausgang (P2) zweigt hinter der Drossel (18) auch noch eine Druckleitung (24) ab, die den Ausgangsdruck auf eine Steuerfläche (4) am Stellkolben (3) legt.

Die beiden fluidischen Widerstände (13,15) sind wesentlich kleiner als die Drossel (18), um den Meß- und Regelfehler möglichst klein zu halten. Aus den fluidischen Widerständen (13,15) ergibt sich ein Einstellfaktor " $k$ "  $< 1$ , der mit dem Druckabfall über der Drossel (18) zu multiplizieren ist. In der Steuerkammer (8) steht damit eine gegen die Stellkraft (7) gerichtete Regelkraft (9) an, die sich aus dem Faktor " $k$ " multiplizierten Druckabfall über der Drossel (18) ergibt. Auf der anderen Seite des Stellkolbens (3) steht die Stellkraft (7) an. Auf beiden Seiten wirkt zusätzlich der Ausgangsdruck. Durch diese Anordnung wird am Stellkolben (3) die Stellkraft (7) gegen den Druckabfall über der Drossel (18) und die sich hieraus ergebende relative Regelkraft (9) abgewogen. Erhöht sich der Druckabfall über der Drossel (18) und vergrößert sich dadurch die Durchflußmenge am Ausgang (P2), steigt der Druck in der Steuerkammer (8) und damit die Regelkraft (9) mit der Folge, daß der Stellkolben (3) den Zufluß (P1) schließt. Sinkt der Druckabfall über der Drossel (18) hingegen unter den eingestellten Wert, überwiegt die Stellkraft (7) gegenüber der Regelkraft (9), so daß der Stellkolben (3) wieder öffnet.

Fig. 4 zeigt eine Variante des vorbeschriebenen Beispiels in Form eines Drei-Wege-Stromreglers (29). Die Verbindungsleitung (11) mündet in diesem Fall im Zufluß (P1). Ansonsten ist die Ausbildung und Funktion der Regelschaltung die gleiche wie in Fig. 3. Bei Überschreiten des Druckabfalls an der Drossel (18) strömt beim Drei-Wege-Stromregler (29) der Zufluß (P1) gegen den Tank (T) ab. Umgekehrt wird bei Unterschreiten des Druckabfalls an der Drossel (18) der Tankablauf geschlossen.

Fig. 5 zeigt eine besondere Variante der fluidischen Steuereinheit (1) in Form eines sogenannten Flanken-Generators (30). Es handelt sich hierbei

um ein Regelventil, das die Darstellung einer zumindest angenäherten Integrier-Funktion über die Differenz der Eingangsdrücke (E1) und (E2) erlaubt. Der Flanken-Generator (30) läßt sich als Integrator in einem fluidischen PID-Regler oder PI-Regler einsetzen.

Der Stellkolben (3) wird auf der linken Seite durch einen in diesem Fall fluidischen Stellantrieb (6) beaufschlagt. In der vom Ausgang (A) abzweigenden Verbindungsleitung (10) ist ein Speicherglied (16) in Form eines Schiebespeichers geschaltet. Es besteht aus einem fluidgefüllten Gehäuse (19), das durch einen Kolben (34) in zwei Speicherkammern (32,33) unterteilt wird. Der Kolben (34) ist von beiden Seiten von Federn (35) beaufschlagt, die ihn im stationären Zustand in seiner Soll-Lage, vorzugsweise in der Gehäusemitte, halten. Die eine Speicherkammer (32) ist mit dem Ausgang (A) verbunden, während die andere Speicherkammer (33) über ein Leitungsstück (10'') an die Steuerkammer (8) angeschlossen ist. Von der Steuerkammer (8) bzw. dem Leitungsstück (10'') zweigt wiederum die Verbindungsleitung (11) mit einem fluidischen Widerstand (15) ab. Die Fluidleitung des Stellantriebs (6) wird mit (E1) bezeichnet. Die nach dem fluidischen Widerstand (15) ins übergeordnete System führende Fluidleitung trägt die Bezeichnung (E2). In Abhängigkeit von den Drücken in (E1) und (E2) wird der Stellkolben (3) betätigt, wobei das Speicherglied (16) für ein weiches Ein- und Ausschalten des Volumenstroms vom Zufluß (P1) zum Ausgang (A) sorgt. Sobald der Druck in (E1) höher ist als in (E2), bewegt sich der Stellkolben (3) nach rechts und schaltet den Zufluß (P1) auf den Ausgang (A). Hierdurch steigt in der Speicherkammer (32) der Druck. Der Kolben (34) wandert nach rechts und schiebt das Fluid aus der Speicherkammer (33) in die Steuerkammer (8), wobei der Vorgang über die Größe des Drucks in (E2) und den fluidischen Widerstand (15) gesteuert wird. Durch den Druckanstieg in der Steuerkammer (8) bewegt sich der Stellkolben (3) relativ langsam. Ein Rechtecksignal des Drucks in (E1) äußert sich am Ausgang (A) demzufolge als weiches Flankensignal. Die Veränderung des Ausgangsdrucks entspricht etwa dem Integral über der Druckdifferenz von (E1) und (E2) über der Zeit, bis am Ausgang (A) der Eingangsdruck herrscht. Umgekehrt schließt der Stellkolben (3) bei einer Erhöhung des Drucks in (E2) gegenüber (E1). Durch das Speicherglied (16) ergibt sich wiederum eine dämpfende Wirkung und damit ein weiches Ausschalten des Fluidstroms am Ausgang (A).

In der Variation zum gezeigten Ausführungsbeispiel kann der Stellantrieb (6) auch auf beliebige andere Weise, beispielsweise wiederum als Elektromagnet, ausgestaltet sein. Die Anordnung des Widerstandes (15) und des Speichergliedes (16)

kann als integrierende Komponente auch in anderen Bauformen von Steuereinheiten (1) eingesetzt werden.

Fig. 6 zeigt eine weitere Variante als sogenannten Puls-Generator. Dieser hat die zumindest angenäherte Funktion eines Differentiators. Über (E1) und (E2) werden dabei die Pulse im Ausgangsdruck gesteuert.

Der Ausgang (A) ist über die Verbindungsleitung (10) und einen fluidischen Widerstand (13) mit der Steuerkammer (8) verbunden. Das vorbeschriebene Speicherglied (16) ist diesmal in der Verbindungsleitung (11) angeordnet, die mit (E2) verbunden ist.

Beim Einschalten von (E1) wird der Stellkolben (3) nach rechts bewegt und der Zufluß (P1) auf den Ausgang (A) geschaltet. Zugleich fließt das Fluid über die Verbindungsleitung (10) und den Widerstand (13) in die Steuerkammer (8) und die Speicherkammer (33) des Speicherglieds (16). Für den Druck in der Steuerkammer (8) ergibt sich eine weiche Anstiegsflanke. Dies führt zu einer Druckspitze im Ausgangsdruck. Wird nun der Druck in (E2) erhöht, hat dies über das Speicherglied (16) und den Volumenschub in die Steuerkammer (8) ein Schließen des Stellkolbens (3) und damit einen Abfall des Drucks am Ausgang (A) zur Folge. Wenn der Druck in (E2) schnell in der Art eines Rechtecksignals erhöht wird, ergibt sich ein pulsartiger Druckabfall am Ausgang (A). Umgekehrt wird bei einem Druckabfall in (E2) der Druck am Ausgang (A) pulsartig erhöht. Das Druckverhalten am Ausgang (A) stellt sich als Differenz zwischen dem Druck in (E1) minus einem Wert dar, der aus dem angenäherten Differential der Druckdifferenz zwischen (E1) und (E2) nach der Zeit multipliziert mit einem Faktor "k" gebildet ist. Der Faktor "k" ergibt sich als Funktion des Speicherglieds (16) des hydraulischen Widerstandes (13) sowie der Steuerfläche (5) etc.. Im stationären Zustand verhält sich der Puls-Generator wie ein Druckminderventil, bei dem der Ausgangsdruck über (E1) eingestellt wird. Auch bei dieser Ausführungsform kann der Stellantrieb (6) bei (E1) in einer anderen Weise ausgebildet sein.

Fig. 7 zeigt die Steuereinheit (1) in Form eines Druckminderventils (25) mit Gegen- und Mitkoppelung. Der Gegenkoppelungsteil entspricht der Ausführung in Fig. 1. In Abwandlung zu dieser Ausführung hat das in Fig. 7 gezeigte Ventil (25) für die Mitkoppelung eine zweite Steuerkammer (8'), die sich auf der Seite des Stellantriebs (6) befindet und die Stellkraft (7) unterstützt. Die zweite Steuerkammer (8') ist über eine Verbindungsleitung (10') mit einem ersten fluidischen Widerstand (13') an den Ausgang (P2) angeschlossen. Die zweite Steuerkammer (8') ist ferner mittels einer weiteren Verbindungsleitung (11') und eines zweiten fluidischen

Widerstands (15') mit der Tankleitung (12) verbunden. Die Verbindungsleitung (11') zweigt dabei von der Verbindungsleitung (11) hinter deren fluidischem Widerstand (15) ab. In der zweiten Steuerkammer (8') entsteht ein Druck, der eine zweite Regelkraft (9') erzeugt, welche zusammen mit der Stellkraft (7) gegen die Regelkraft (9) wirkt. Auf diese Weise kann das Verhältnis von Regelkraft (9) zur Stellkraft (7) variiert werden.

Bei der Mitkoppelung wirkt der Ausgang (P2) auf den nicht invertierenden Eingang. Das kleine Schaltsymbol verdeutlicht wiederum die Schaltung bei einem elektrischen Operationsverstärker.

Die Variante der Mitkopplung kann auch mit den anderen gezeigten Bauformen der Steuereinheit (1) realisiert werden. Sie kann ferner in der vorbeschriebenen Art mit Speichergliedern (16,17) oder anderen Bauteilen ergänzt und erweitert werden. Die Mitkoppelung und der entsprechende Aufbau der Steuereinheit (1) lassen sich als eigenständige Bau- und Regelvariante außerdem mit bekannten Ventilen nach dem Stand der Technik verwirklichen.

## STÜCKLISTE

	A	Ausgang
	E1	Fluidleitung
	E2	Fluidleitung
	P1	Zufluß
	P2	Ausgang
	T	Tank
	1	Steuereinheit
	2	Stellglied
	3	Stellkolben
	4	Steuerfläche
	5	Steuerfläche
	6	Stellantrieb
	7	Stellkraft
	8	Steuerkammer
	8'	zweite Steuerkammer
	9	Regelkraft
	9'	zweite Regelkraft
	10	Verbindungsleitung
	10'	Verbindungsleitung
	10''	Leitungsstück
	11	Verbindungsleitung
	11'	Verbindungsleitung
	12	Tankleitung
	13	Widerstand, Düse
	13'	Widerstand, Düse
	14	Widerstand, Düse
	15	Widerstand, Düse
	15'	Widerstand, Düse
	16	Speicherglied
	17	Speicherglied
	18	Drossel
	19	Gehäuse

20 Schaltkolben  
 21 Druckkammer  
 22 Druckkammer  
 23 Zwischenraum  
 24 Druckleitung  
 25 Druckminderventil  
 26 Vorsteuerventil  
 27 Schaltventil  
 28 Zwei-Wege-Stromregler  
 29 Drei-Wege-Stromregler  
 30 Flanken-Generator  
 31 Puls-Generator  
 32 Speicherkammer  
 33 Speicherkammer  
 34 Kolben  
 35 Feder

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer ein- oder mehrstufigen fluidischen Steuereinheit, insbesondere eines hydraulischen Ventils, mit mindestens einem Stellglied (2), das von einer Stellkraft (7) beaufschlagt die Druck- und Strömungsverhältnisse zwischen einem Zufluß (P1) und einem Ausgang (P2,A) der Steuereinheit (1) sowie gegebenenfalls einem Tank (T) einstellt und steuert, wobei aus dem Ausgang (P2,A) der Steuereinheit (1) oder einer Zwischenstufe unter Druckverminderung eine fluidische Regelkraft (9,9') als Eingang abgeleitet wird, die regelnd am Stellglied (2) angreift und zusammen mit der Stellkraft (7) wirkt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die fluidische Regelkraft (9) im Sinne einer Gegenkopplung am invertierenden Eingang wirkt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß die fluidische Regelkraft (9') im Sinne einer Mitkopplung am nicht invertierenden Eingang wirkt.
4. Fluidische Steuereinheit, insbesondere hydraulisches Ventil, mit ein oder mehreren Stufen und mit mindestens einem Stellglied (2), das von einer Stellkraft (7) beaufschlagt die Druck- und Strömungsverhältnisse zwischen einem Zufluß (P1) und einem Ausgang (P2,A) der Steuereinheit (1) einstellt und steuert, wobei dem Stellglied (2) mindestens eine fluidgefüllte Steuerkammer (8,8') zugeordnet ist, in der eine fluidische Regelkraft (9,9') erzeugbar ist, wobei die Steuerkammer (8,8') in einem Netzwerk zwischen mindestens zwei fluidischen Widerständen (13,14,15,13',15') oder fluidischen Widerständen (13,14,15,13',15') und Speicherglie-

dern (16,17) geschaltet ist, von denen mindestens einer mit dem Ausgang (P2,A) der Steuereinheit (1) oder einer Zwischenstufe verbunden ist.

5. Steuereinheit nach Anspruch 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß die fluidischen Widerstände (13,14,15,13',15') fest oder variabel einstellbar sind.
6. Steuereinheit nach Anspruch 5 oder 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß die fluidischen Widerstände (13,14,15,13',15') als Düsen, Drosseln oder Blenden ausgebildet sind.
7. Steuereinheit nach Anspruch 4 oder einem der folgenden, dadurch **gekennzeichnet**, daß die fluidischen Widerstände (13,14,15,13',15') derart aufeinander abgestimmt sind, daß die resultierende Regelkraft (9) in der Größenordnung der vom Stellantrieb (6) erzeugten Steuerkraft (7) liegt.
8. Steuereinheit nach Anspruch 4 oder einem der folgenden, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Stellantrieb (6) als steuerbarer Elektromagnet ausgebildet ist.
9. Steuereinheit nach Anspruch 4 oder einem der folgenden, dadurch **gekennzeichnet**, daß mindestens ein fluidischer Widerstand (13,14,13') oder ein Speicherglied (16) in einer vom Ausgang (P2,A) zur Steuerkammer (8,8') führenden Verbindungsleitung (10,10') angeordnet ist.
10. Steuereinheit nach Anspruch 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß in der Verbindungsleitung (10,10') zwei fluidische Widerstände (13,14,13') mit einem zwischengeschalteten Speicherglied (17) angeordnet sind.
11. Steuereinheit nach Anspruch 4 oder einem der folgenden, dadurch **gekennzeichnet**, daß in einer Verbindungsleitung (11,11') zwischen der Steuerkammer (8,8') und dem Tank (T), einem Drosselraum (25) oder dem Zufluß (P1) mindestens ein fluidischer Widerstand (15,15') angeordnet ist.
12. Steuereinheit nach Anspruch 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß dem fluidischen Widerstand (15,15') ein Speicherglied (17) zugeordnet ist.
13. Steuereinheit nach Anspruch 9 und 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß zur Bildung eines Druckminderventils (25) jeweils ein fluidischer Widerstand (13,15,13',15') in der Zweig- und

Rückleitung (10,11,10',11') angeordnet ist und die Rückleitung in den Tank (T) mündet.

14. Steuereinheit nach Anspruch 9 und 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß zur Bildung eines Zwei- oder Drei-Wege-Stromreglers (28,29) die Verbindungsleitung (10) vom Ausgang (P2) in Strömungsrichtung hinter einer Drossel (18) abzweigt und einen fluidischen Widerstand (13) aufweist, wobei die Verbindungsleitung (11) mit einem fluidischen Widerstand (14) von einem Zwischenraum (23) oder vom Zufluß (P1) abzweigt und vom Ausgang (P2) eine Druckleitung (24) zu einer die Stellkraft (7) unterstützenden Steuerfläche (4) am Stellglied (2) führt. 5  
10
15. Steuereinheit nach Anspruch 9 und 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß zur Bildung eines Flanken-Generators (30) in der Verbindungsleitung (10) ein Speicherglied (16) in Form eines Schiebespeichers angeordnet ist, dessen eine Speicherkammer (32) mit dem Ausgang (A) und dessen andere Speicherkammer (33) mit der Steuerkammer (8) verbunden ist, wobei in die Verbindungsleitung (11) ein fluidischer Widerstand (15) geschaltet ist. 20  
25
16. Steuereinheit nach Anspruch 9 und 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß zur Bildung eines Puls-Generators (31) in der Verbindungsleitung (10) ein fluidischer Widerstand (13) und in der Rückleitung ein Speicherglied (16) in Form eines Schiebespeichers angeordnet ist. 30  
35
17. Steuereinheit nach Anspruch 4 oder einem der folgenden, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Stellglied (2) mit der Steuerkammer (8) in einem Vorsteuerventil (20) angeordnet sind, das den Fluidstrom für ein Schaltventil (21), insbesondere ein Druckminderventil, für höhere Drücke oder Durchflußmengen steuert. 40
18. Steuereinheit nach Anspruch 17, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Verbindungsleitung (10) zwei fluidische Widerstände (13,14) mit einem zwischengeschaltetem Speicherglied (17) aufweist, wobei in der Verbindungsleitung (11) ein fluidischer Widerstand (15) mit einem vorgeschalteten Speicherglied (17) angeordnet ist. 45  
50

55

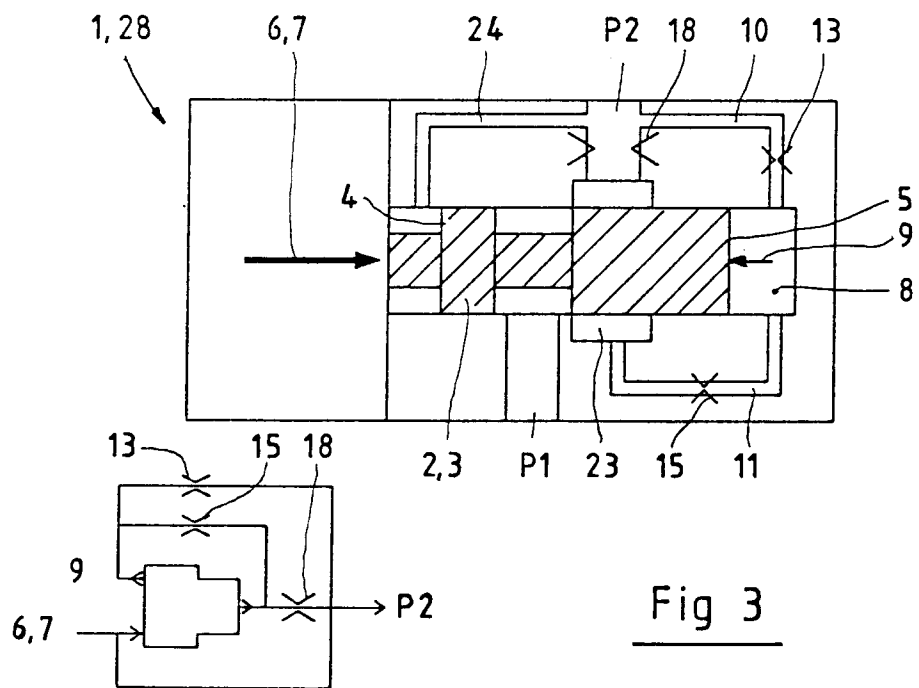
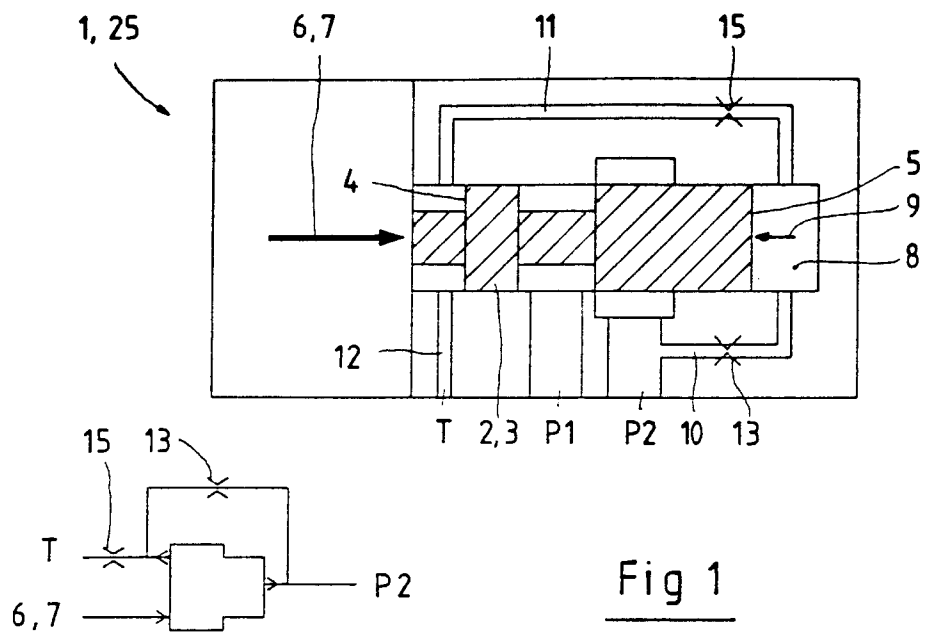
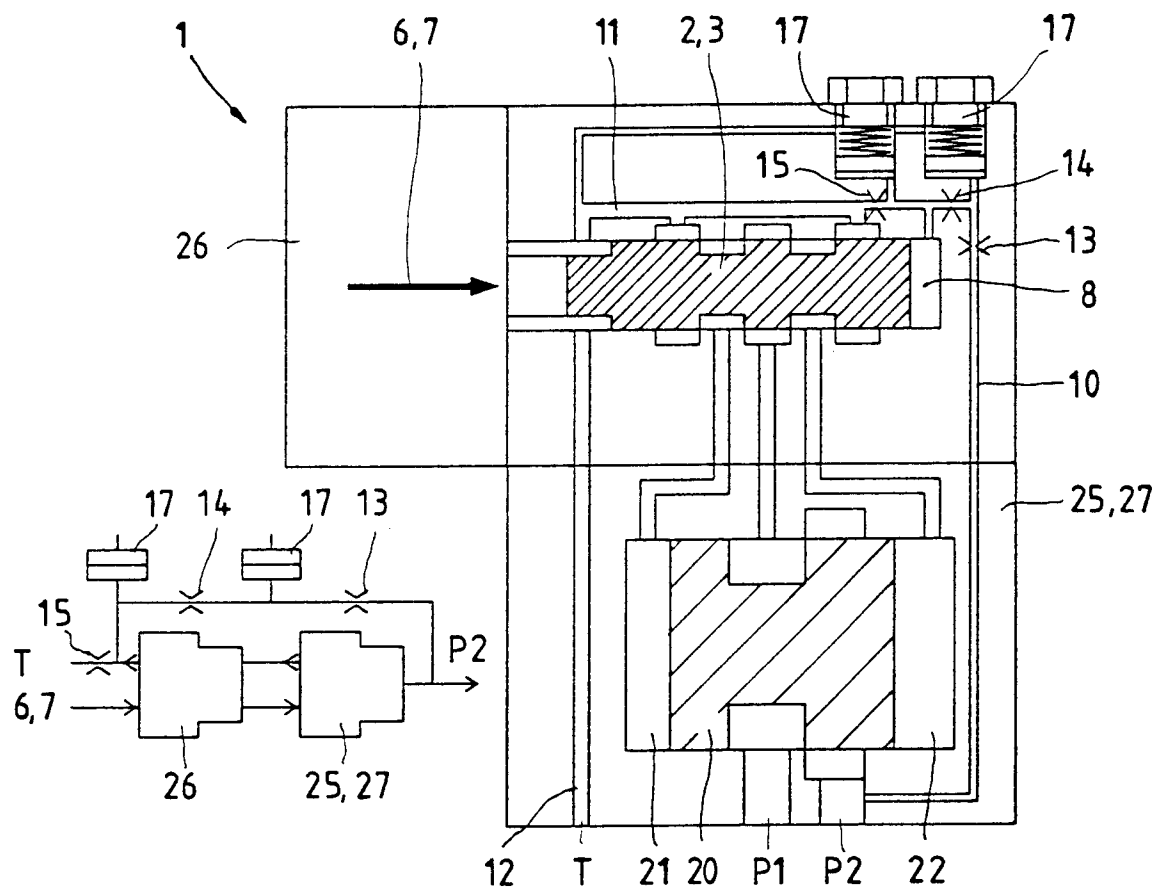


Fig 2



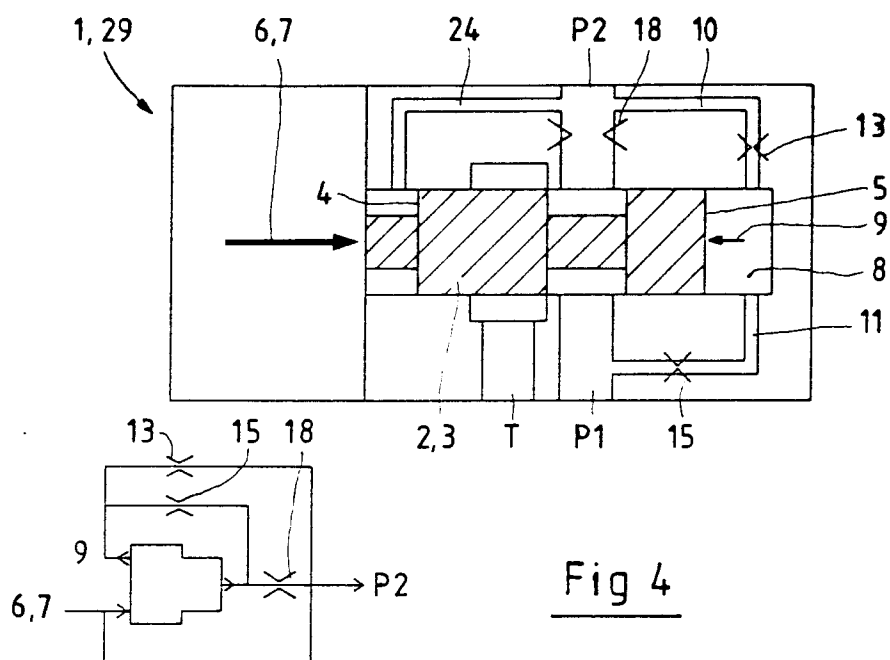


Fig 4

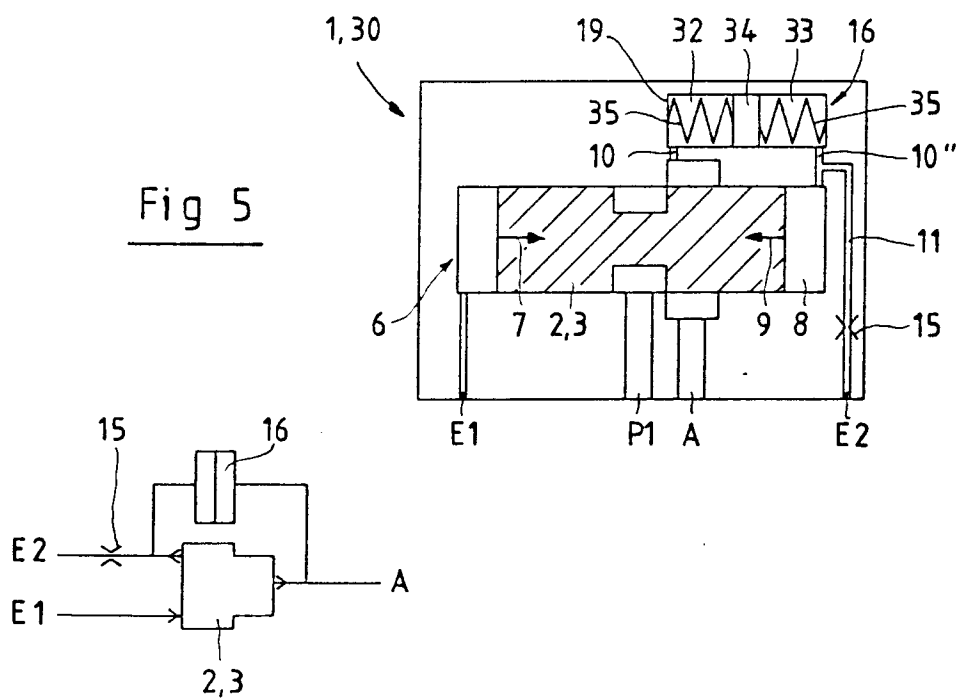


Fig 5

Fig 6

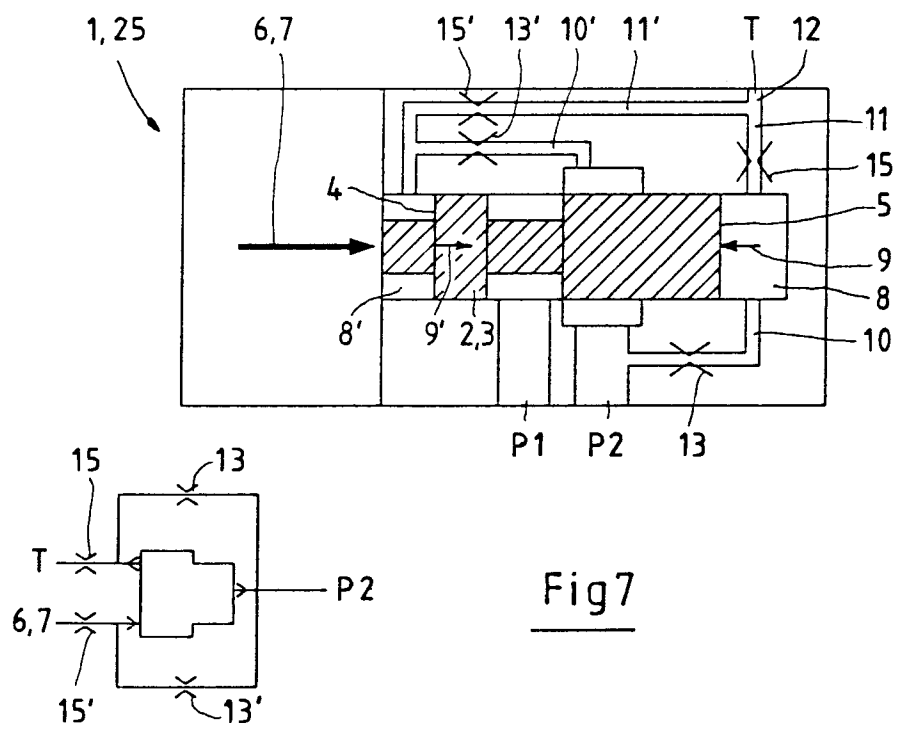
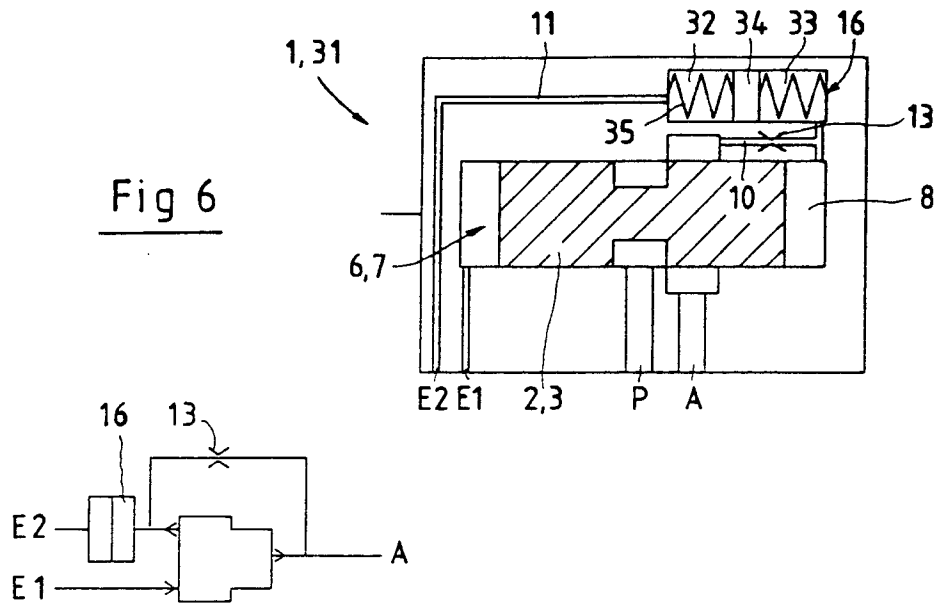


Fig7



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 11 7141

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	US-A-3 126 031 (HAYNER)	1-3	F15C3/02
A	* Spalte 3, Zeile 32 - Zeile 55; Abbildung 1 *	4-9,11,14	F15B13/16
A	* Spalte 3, Zeile 68 - Spalte 4, Zeile 62; Abbildung 4 *	17	
	---		
A	GB-A-1 050 621 (ASSOCIATED ELECTRICAL INDUSTRIES LTD) * Seite 2, Zeile 42 - Zeile 67; Abbildung 2 *	1,2,4,5	
	---		
A	FR-A-2 263 441 (VOLKI) * Seite 1, Zeile 40 - Seite 2, Zeile 39; Abbildung 1 *	1-5	
	-----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			F15C F15B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 22 DEZEMBER 1992	Prüfer CHRISTENSEN J.T.
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b>			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	