

PATENTCHRIFT 141 554

Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

Int. Cl.³

(11)	141 554	-	(44)	07.05.80	3 (51)	F 15 B 13/02
(21)	AP F 15 B / 210 821		(22)	05.02.79		
(31)	875,714		(32)	06.02.78	(33)	US

(71) siehe (73)
(72) Johnson, Oliver W., US
(73) Eaton Corporation, Chleveland, US
(74) Patentanwaltsbüro Berlin, 113 Berlin, Frankfurter Allee 286

(54) Steuergerät für druckmittelbetätigte Vorrichtungen

(57) Das Steuergerät weist ein Haupt- und ein Folgeventilelement, einen Lastsignalanschluß und eine Lastsignalkammer auf. Fluid gelangt vom Einlaßanschluß zur Lastsignalkammer. Die Ventilelemente bilden eine Neutralfluid-Drosselöffnung, die in der Neutralstellung der Ventilanordnung die Lastsignalkammer mit dem Behälteranschluß verbindet. Die Ventilanordnung bestimmt Arbeitsmittel-Drosselöffnungen, die Fluid von der Lastsignalkammer zu dem Hauptfluidweg stromabwärts von der Stromregel-Drosselöffnung gelangen lassen, wenn die Ventilanordnung aus der Neutralstellung herausgebracht wird. Die Arbeitsmittel-Drosselöffnungen haben einen kleineren Strömungsquerschnitt, wenn sich die Ventilanordnung der maximalen Auslenkung nähert. Es werden ein wesentlich höherer Arbeitsdifferenzdruck und eine höhere Durchflußmenge erzielt, als dies andernfalls bei der betreffenden Ventilauslenkung möglich wäre.
- Fig.1 -

Titel der Erfindung

Steuergerät für druckmittelbetätigte Vorrichtungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Steuergerät für druckmittelbetätigte Vorrichtungen und insbesondere ein lastmessendes Steuergerät, bei dem sich der Lastsignalpegel in Abhängigkeit von der Verstellung der Ventilanordnung des Steuergeräts ändern kann.

Das erfindungsgemäß ausgebildete Steuergerät ist allgemein dort einsetzbar, wo es darum geht, den Fluidstrom von einer Druckmittelquelle zu einer druckmittelbetätigten Vorrichtung zu steuern und wo die Druckmittelquelle eine druckabhängig ansprechende Einrichtung zum Ändern der Abgabe von Druckmittel an das Steuergerät aufweist. Die erfindungsgemäße Ausbildung hat besonderen Vorteil bei Steuergeräten wie der Lenksteuereinheit eines voll fluidgekoppelten Kraftfahrzeuglenksteuersystems. Die Erfindung ist infolgedessen in Verbindung mit einer solchen Anordnung näher erläutert.

Mit der Erfindung wird mehreren Trends hinsichtlich der Entwicklung von hydraulischen Lenksteuervorrichtungen Rechnung getragen. Zum einen wird, wie allgemein bei hydraulischen Vorrichtungen, die Verwendung einer Lasterfassung aus bekannten Gründen zunehmend wichtig, beispielsweise im Hinblick auf eine Minimierung der von der Druckmittelquelle (der Pumpe) verbrauchten Energie. Zum anderen werden, was insbesondere voll fluidgekoppelte Lenkeinrichtungen angeht, Lenksteuervorrichtungen bei immer größeren Fahrzeugen vorgesehen, was größere Durchflußleistungen erfordert.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Eine typische Lenksteuervorrichtung der vorliegend betrachteten Art weist eine Ventilanordnung, eine Fluiddosiervorrichtung und eine Anordnung auf, mittels deren der Ventilanordnung eine Folgebewegung in Synchronismus mit dem Fluidstrom durch die Fluiddosiervorrichtung vermittelt wird. Der Strom durch die Lenksteuervorrichtung ist unmittelbar proportional dem Strömungsquerschnitt der Hauptstromregel-Drosselöffnung (der proportional dem Grad oder der Rate der Drehung des Lenkrades ist); dieser Strom ist ferner proportional der Quadratwurzel des Druckabfalls an der Hauptstromregel-Drosselöffnung. Eine Vergrößerung der Durchflußleistung einer Lenksteuervorrichtung erforderte daher eine Vergrößerung der Querschnittsfläche der verschiedenen Ventildurchlässe und Drosselöffnungen, was eine Steigerung der Gesamtgröße der Lenksteuervorrichtung bedingte.

Es wurden auch Versuche gemacht, die Durchflußleistung der Lenksteuervorrichtung dadurch zu erhöhen, daß der Druckabfall an der Hauptstromregel-Drosselöffnung gesteigert wird. Dies sorgt für eine befriedigende Durchflußmenge bei den größeren Ventilauslenkungen, hat aber einen übermäßigen Strom und einen entsprechend hohen Verstärkungsgrad durch die Ventilanordnung bei kleineren Ventilauslenkungen zur Folge. Bei einem Steigern des Druckabfalls an der Hauptstromregel-Drosselöffnung wird auch der der Lenksteuervorrichtung zugeführte Ruhedruck erhöht. Das hat zur Folge, daß bei einer Lenksteuervorrichtung mit geschlossener Mittelstellung sich die Möglichkeit von Leckvorgängen erhöht (was zum Triften des Fahrzeugs führt) und daß Pumpenenergie verlorenght.

Es ist bei lastmessenden Wegeventilen bekannt, das letztgenannte Problem dadurch auszuräumen, daß das Lastsignal zu dem Fluidbehälter übertragen wird, wenn das Ventil in der Neutralstellung steht, und daß man Signalfuid durch einen künstlichen Signalgenerator hindurch stromabwärts von der Hauptstromregel-Drosselöffnung in den Hauptstromweg gelangen läßt, wenn das Ventil aus der Neutralstellung herausbewegt wird (US-PS 3,815,477 und US-PS 3,971,216). Bei dieser bekannten Lösung wird daher ein relativ niedrigeres Lastsignal erhalten, wenn das Ventil in der Neutralstellung steht, während sich ein relativ höheres Lastsignal ergibt, wenn das Ventil aus der Neutralstellung heraus in eine beliebige Lage im Arbeitsbereich

gebracht ist.

Ziel der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Steuergerät für druckmittelbetätigte Vorrichtungen der oben erläuterten Art zu schaffen, das bei größeren Ventilauslenkungen zu einem wesentlich stärkeren Arbeitsdifferenzdruck führt, ohne daß es in der Neutralstellung des Ventils zu einem unerwünschten Anstieg des Ruhedrucks oder bei kleineren Ventilauslenkungen zu einer unerwünschten Vergrößerung des Arbeitsdifferenzdrucks kommt.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein verbessertes Steuergerät für druckmittelbetätigte Vorrichtungen gelöst. Das Steuergerät weist ein Gehäuse mit Einlaß- und Behälteranschlüssen, ersten und zweiten Steueranschlüssen und einem Lastsignalanschluß auf. In dem Gehäuse ist eine Ventilanordnung untergebracht, die eine Neutralstellung, eine normale Arbeitsstellung und eine Vollbetriebsstellung hat. Die Ventilanordnung und das Gehäuse bilden zusammen eine Lastsignalkammer, die mit dem Lastsignalanschluß in Verbindung steht. Das Steuergerät ist mit einer Einrichtung versehen, die der Ventilanordnung in Abhängigkeit von dem Druckmittelstrom zu oder von der zugeordneten druckmittelbetätigten Vorrichtung eine Folgebewegung vermittelt. Das Gehäuse und die Ventilanordnung bilden zusammen einen ersten Fluidweg, der den Einlaßanschluß und den ersten Steueranschluß sowie den zweiten Steueranschluß und den Be-

hälteranschluß verbindet, wenn die Ventilanordnung aus der Neutralstellung herausgebracht wird. In dem ersten Fluidweg liegt eine verstellbare Stromregel-Drosselöffnung, die einen Strömungsquerschnitt von Null bei in der Neutralstellung stehender Ventilanordnung, einen sich vergrößernden Strömungsquerschnitt bei aus der Neutralstellung herausgebrachter Ventilanordnung sowie einen maximalen Strömungsquerschnitt hat, wenn die Ventilanordnung in der Vollbetriebsstellung steht. Lastsignalfuid wird der Lastsignalkammer von dem Einlaßanschluß oder dem ersten Fluidweg stromaufwärts von der verstellbaren Stromregel-Drosselöffnung zugeleitet. Die Ventilanordnung bildet eine Arbeitsmittel-Drosseleinrichtung, die Lastsignalfuid von der Lastsignalkammer zu dem ersten Fluidweg stromabwärts von der verstellbaren Stromregel-Drosselöffnung gelangen läßt. Die Arbeitsmittel-Drosseleinrichtung hat einen gewissen Strömungsquerschnitt bei in der normalen Arbeitsstellung stehender Ventilanordnung sowie einen anderen Strömungsquerschnitt, wenn die Ventilanordnung in der Vollbetriebsstellung steht. Infolgedessen hat der Fluiddruck in der Lastsignalkammer einen gewissen Druckpegel, wenn die Ventilanordnung sich in der normalen Arbeitsstellung befindet, sowie einen anderen Druckpegel, wenn die Ventilanordnung in der Vollbetriebsstellung steht, was dem maximalen Grad der Drehung des Lenkrads entspricht.

Vorzugsweise ist der Strömungsquerschnitt der Arbeitsmittel-

Drosseleinrichtung größer, wenn die Ventilanordnung in der normalen Arbeitsstellung steht, so daß der Lastsignaldruck niedriger als bei in Vollbetriebsstellung befindlicher Ventilanordnung ist.

Ausführungsbeispiele

Die Erfindung ist im folgenden anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In den beiliegenden Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 einen schematischen hydraulischen Schaltplan mit einem erfindungsgemäß ausgebildeten Steuergerät,
- Fig. 2 einen axialen Querschnitt eines Steuergerätes der vorliegend betrachteten Art,
- Fig. 3 in größerem Maßstab einen Querschnitt entlang der Linie 3-3 der Fig. 2,
- Fig. 4 eine Draufsicht auf das Hauptventilelement im gleichen Maßstab wie in Fig. 3,
- Fig. 5 eine Draufsicht auf das Folgeventilelement im gleichen Maßstab wie in Fig. 3,

Fig. 6 in größerem Maßstab einen Querschnitt der Ventilanordnung ähnlich Fig. 3,

Fig. 7 eine schematische Teildarstellung der Ventilanordnung in Draufsicht,

Fig. 8 in größerem Maßstab einen Teilquerschnitt der Ventilanordnung ähnlich Fig. 6 in der Neutralstellung,

Fig. 9 eine Teilansicht ähnlich Fig. 8, in der die Ventilanordnung in einer normalen Lenkposition veranschaulicht ist,

Fig. 10 eine Teilansicht ähnlich den Fign. 8 und 9, in der die Ventilanordnung bei maximaler Auslenkung dargestellt ist,

Fig. 11 einen Teilquerschnitt eines anderen Teils der Ventilanordnung in der Stellung maximaler Auslenkung gemäß Fig. 10, und

Fig. 12 eine graphische Darstellung des Strömungsquerschnitts in Abhängigkeit von der Ventilauslenkung für die verstellbaren Drosselöffnungen, die mit der Lastsignalkammer in Verbindung stehen.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines hydraulischen Systems mit einem erfindungsgemäß ausgelegten Steuergerät. Es sind eine Pumpe 11 und ein Steuerventil 13 vorgesehen, das hilfsgesteuert ist und für einen bevorrechtigten Strom sorgt. Das Steuerventil 13 teilt den Fluidstrom von der Pumpe 11 zwischen einem Primärkreis, in dem ein Steuergerät 15 und ein druckmittelbetätigter Motor 17 liegen, und einem Hilfskreis auf, der vorliegend als verstellbare Drosselöffnung 19 dargestellt ist und bevorzugt eine offene Mittelstellung hat, da die Pumpe 11 eine Konstantpumpe ist.

Das Steuergerät 15 weist einen Einlaßanschluß 21, einen Behälteranschluß 23 und zwei Steueranschlüsse 25 und 27 auf, die mit den gegenüberliegenden Enden des von einem Zylinder gebildeten Motors 17 verbunden sind. Das Steuergerät 15 ist ferner mit einem Druckanschluß 29 und einem Lastsignalanschluß 31 ausgestattet.

Das Steuerventil 13 kann in der aus der US-PS 3,455,210 bekannten Weise ausgebildet sein. Das Steuerventil 13 wird mittels eines Drucksignals vom Druckanschluß 29 in Richtung auf eine Stellung vorgespannt, in der praktisch das gesamte Fluid zu dem Hilfskreis strömt. Gleichzeitig wird das Steuerventil 13 mittels einer Druckfeder 33 und einem Drucksignal von dem Lastsignalanschluß 31 in Richtung auf eine Stellung vorgespannt, in der im wesentlichen das gesamte Fluid zu dem Primärkreis gelangt.

Das Steuergerät 15 (das im einzelnen in den Fign. 2 und 3 dargestellt ist) kann entsprechend der US-Reissue-PS 25,126 aufgebaut sein. Während eines Lenkvorgangs bildet das Steuergerät einen Fluidweg, der für eine Verbindung zwischen dem Einlaßanschluß 21 und einer Fluiddosiervorrichtung 35 sorgt. In diesem Fluidweg liegen eine Stromregel-Drosselöffnung (Hauptstromdrossel) 37 und eine zweite verstellbare Drosselöffnung 39. Fluid, das die Dosiervorrichtung 35 verläßt, strömt über eine dritte verstellbare Drosselöffnung 41 und eine vierte verstellbare Drosselöffnung 43 zu dem Steueranschluß 25. Von dem Motor 17 verdrängtes Fluid, das über den Steueranschluß 27 zurückkommt, strömt über eine fünfte verstellbare Drosselöffnung 45 zu dem Behälteranschluß 23 und dann zu einem Fluidbehälter T.

Das Steuergerät 15 sei anhand der Fign. 2 und 3 nur kurz erläutert, da sein grundsätzlicher Aufbau bekannt ist (US-Reissue-PS 25,126). Das Steuergerät 15 weist ein Gehäuse 51, die Fluiddosiervorrichtung 35 und eine Abschlußkappe 53 auf. Bei der dargestellten Ausführungsform wird die Fluiddosiervorrichtung 35 von einem parallel- und innenachsigen Rädersatz mit Kämmeingriff gebildet. Zu diesem Rädersatz gehören ein innenverzahnter Zahnring 55, der mit Bezug auf das Gehäuse 51 und die Abschlußkappe 53 über mehrere Schrauben 57 festgehalten ist, und ein außenverzahntes Innenzahnrad 59, das exzentrisch in dem Zahnring 55 sitzt und eine kreisende und

drehende Bewegung gegenüber dem Zahnring ausführen kann. Durch den Kämmeingriff zwischen Zahnring 55 und Innenzahnrad 59 werden in bekannter Weise mehrere sich vergrößernde und verkleinernde Volumenkammern gebildet (die in den Zeichnungen nicht dargestellt sind).

Das Gehäuse 51 ist mit einer Ventilbohrung 61 versehen, in der die Ventilanordnung des Steuergerätes drehbar gelagert ist. Zu dieser Ventilanordnung gehören ein kolbenförmiges Hauptventilelement 63 und ein damit zusammenwirkendes, gegenüber dem Hauptventilelement drehbares, hülsenförmiges Folgeventilelement 65. Das Hauptventilelement 63 läuft an seinem vorderen Ende in einem mit einer Innenkeilverzahnung versehenen Abschnitt 67 aus, um mit einer (nicht dargestellten) außenkeilverzahnten Welle verbunden zu werden, die ihrerseits beispielsweise an einem Lenkrad angebracht sein kann.

Das Folgeventilelement 65 ist mit dem Hauptventilelement 63 über eine Antriebswelle 71 gekoppelt, die an ihrem hinteren Ende eine ballige Außenkeilverzahnung 73 trägt. Die Außenkeilverzahnung 73 steht mit einer geraden Innenkeilverzahnung 75 in Eingriff, die in dem Innenzahnrad 59 ausgebildet ist. Am gegenüberliegenden Ende der Antriebswelle 71 befindet sich ein gegabelter Endabschnitt 77, durch den ein querverlaufender Mitnehmerstift 79 hindurchgreift. Der Mitnehmerstift 79 erstreckt sich durch eine Öffnung im Hauptventilelement 63 und steht in

bekannter Weise mit dem Folgeventilelement 65 in Eingriff. Im wesentlichen rechtwinklig zum Mitnehmerstift 79 ist eine Gruppe von Blattfedern 81' angeordnet, die das Hauptventilelement 63 und das Folgeventilelement 65 in ihre gegenseitige Neutralstellung zu bringen suchen.

Unter Bezugnahme auf die Fign. 4 und 5 sei nunmehr die Ventilanordnung des Steuergeräts, deren Arbeitsweise und die durch die Ventilanordnung hindurchführenden Fluidwege näher erläutert. Unter Druck stehendes Fluid, das am Einlaßanschluß 21 einfließt, gelangt in eine von dem Gehäuse 51 gebildete Ringnut 81 (Fig. 2). Das in der Ringnut 81 befindliche Druckmittel steht in ständiger Verbindung mit jedem einer Gruppe von Fluidanschlüssen 83, die von dem Folgeventilelement 65 gebildet werden. Das Hauptventilelement 63 ist mit einer Ringnut 85 ausgestattet. Auf der rechten Seite der Ringnut 85 befindet sich eine Gruppe von Axialschlitzen 87, die mit der Ringnut 85 in Verbindung stehen. In Umfangsrichtung zwischen jeweils zwei benachbarten Axialschlitzen 87 befindet sich ein Axialschlitz 89. Jeder der Axialschlitze 89 steht mit einer Druckausgleichsnut 91 in Verbindung.

Wenn sich das Hauptventilelement 63 und das Folgeventilelement 65 in der Neutralstellung mit Bezug aufeinander befinden, wird ein Fluidstrom durch die Fluidanschlüsse 83 hindurch mittels der Außenfläche des Hauptventilelements 63 abgesperrt. Die

Ventilanordnung hat also eine geschlossene Mittelstellung. Wenn ein Lenkvorgang eingeleitet wird (dabei sei eine Drehung des Hauptventilelements 63 im Uhrzeigersinn mit Bezug auf das Folgeventilelement 65, in Fig. 4 von links gesehen, angenommen), beginnt jeder der Axialschlitze 87 mit einem der Fluidanschlüsse 83 in Verbindung zu kommen. Die Gesamtheit aller einzelnen verstellbaren Drosselöffnungen, die zwischen den Axialschlitzen 87 und den Fluidanschlüssen 83 gebildet werden, stellt die in Fig. 1 schematisch wiedergegebene Stromregel-Drosselöffnung 37 dar.

Das ankommende, in den Axialschlitzen 87 befindliche Fluid fließt durch die Ringnut 85 in eine Mehrzahl von Axialschlitzen 93, von denen jeder mit zwei Dosieranschlüssen 95 des Folgeventilelements 65 unter Bildung zweier verstellbarer Drosselöffnungen zusammenwirkt. Die Gesamtheit aller dieser von den Axialschlitzen 93 und den Dosieranschlüssen 95 gebildeten Drosselöffnungen stellt die zweite verstellbare Drosselöffnung 39 gemäß Fig. 1 dar. In den Dosieranschlüssen 95 befindliches, einströmendes Fluid wird den sich vergrößernden Volumenkammern der Fluiddosiervorrichtung 35 gemäß Fig. 1 in bekannter Weise über mehrere Verbindungskanäle 97 (Fig. 2 und 3) zugeleitet. Dosiertes Fluid, das von den sich verkleinernden Volumenkammern der Fluiddosiervorrichtung 35 zurückkommt, strömt über jeden zweiten der Verbindungskanäle 97 zu alternierenden Gruppen von Dosieranschlüssen 99. Jeweils zwei Dosieranschlüsse 99

stehen mit einem Axialschlitz 101 des Hauptventilelements 63 in Verbindung, um zwei einzelne verstellbare Drosselöffnungen zu bilden. Die Gesamtheit dieser Drosselöffnungen stellt die dritte verstellbare Drosselöffnung 41 der Fig. 1 dar.

Dosiertes Fluid gelangt aus jedem der Axialschlitze 101 in eine Ringnut 103, von der aus das Fluid in eine Mehrzahl von Axialschlitzen 105 einströmt. Jeder der Axialschlitze 105 wirkt mit einem benachbarten Fluidanschluß 107 des Folgeventilelements 65 unter Bildung einer verstellbaren Drosselöffnung zusammen. Die Gesamtheit dieser Drosselöffnungen stellt die vierte verstellbare Drosselöffnung 43 gemäß Fig. 1 dar. Aus jedem der Fluidanschlüsse 107 abströmendes Fluid gelangt in eine Ringnut 109 (Fig. 2) des Gehäuses 51, die mit dem Steueranschluß 25 in ständiger Verbindung steht. Eine Ringnut 111 (Fig. 2) des Gehäuses 51 steht mit dem Steueranschluß 27 in ständiger Verbindung und nimmt Fluid auf, das von dem Motor 17 zurückkommt. Aus der Ringnut 111 fließt dieses Fluid durch mehrere Fluidanschlüsse 113, von denen jeder mit einer Öffnung 115 des Hauptventilelements 63 unter Bildung einer verstellbaren Drosselöffnung zusammenwirkt. Die Gesamtheit dieser Drosselöffnungen bildet die fünfte verstellbare Drosselöffnung 45 in Fig. 1. Rückströmendes, in die Öffnungen 115 eintretendes Fluid gelangt in den Innenraum des Hauptventilelements 63 und strömt dann über mehrere Anschlüsse 117 des Hauptventilelements 63 und mehrere Anschlüsse 119 des Folgeventilelements 65 in

eine Ringnut 121 (Fig. 2) des Gehäuses 51. Die Ringnut 121 steht ihrerseits mit dem Behälteranschluß 23 in ständiger Verbindung.

Wie in Fig. 1 schematisch dargestellt ist, bildet das Steuergerät 15 einen weiteren Strömungsweg für in den Einlaßanschluß 21 einströmendes Druckmittel, der parallel zu dem vorstehend beschriebenen, über die Stromregel-Drosselöffnung 37 führenden Hauptströmungsweg liegt. In diesem zweiten Strömungsweg befindet sich eine feste Abzweigdrosselöffnung 123 (Fig. 1 und 3), über die eine kleine Menge an Fluid in eine ringförmige Lastmeßnut 125 (Fig. 3, 5, 6 und 7) einströmt, die an der Außenseite des Folgeventilelements 65 vorgesehen ist. Es versteht sich, daß Lastsignalfluid der Lastmeßnut 125 auch von einer anderen Quelle als der in den Fig. 1 und 3 veranschaulichten zugeleitet werden kann. Die gezeigte Ausbildung ist jedoch in der Regel am einfachsten und sorgt für ein Lastsignalfluid mit einem eng vorgegebenen Druckpegel. Die Lastmeßnut 125 steht in ständiger Verbindung mit dem Lastsignalanschluß 31, so daß der Fluiddruck in der Lastmeßnut 125 im wesentlichen gleich dem Druck des Signals ist, das von dem Lastsignalanschluß 31 an die betreffende druckabhängig ansprechende Einrichtung, im vorliegenden Ausführungsbeispiel das Steuerventil 13, geht.

Die Lastmeßnut 125 steht mit einer Mehrzahl von Radialbohrun-

gen 127 des Folgeventilelements 65 (Fign. 5, 6 und 7) in ständiger Verbindung. Bei dem vorliegend gezeigten Ausführungsbeispiel sind sechs Radialbohrungen 127 vorgesehen. Das Hauptventilelement 63 ist mit mehreren Radialbohrungen 129 (Fign. 4, 6 und 8) ausgestattet. Bei der vorliegenden Ausführungsform sind vier Radialbohrungen 129 vorhanden. Wie am besten aus den Fign. 4 und 7 hervorgeht, befinden sich an dem Ende eines der Axialschlitzes 93 eine relativ größere Sackbohrung 131 und eine relativ kleinere Sackbohrung 133. Jede der Sackbohrungen 131 und 133 steht in offener Verbindung mit dem Axialschlitz 93. Bei der vorliegenden Ausführungsform sind, wie am besten aus Fig. 6 hervorgeht, zwei Paare von Sackbohrungen 131 und 133 einander diametral gegenüberliegend vorgesehen, wobei jedes Paar in der erläuterten Weise mit einem Axialschlitz 93 in Verbindung steht. Bezüglich der Fig. 6 ist festzuhalten, daß die Sackbohrungen 131 und 133 so angeordnet sind, daß in jeder Drehrichtung der gegenseitigen Verlagerung von Hauptventilelement 63 und Folgeventilelement 65 eine der benachbarten Radialbohrungen 127 mit einer größeren Sackbohrung 131 und die andere der benachbarten Radialbohrungen 127 mit einer kleineren Sackbohrung 133 in Verbindung kommt.

Wie insbesondere aus den Fign. 8 bis 11 in Verbindung mit Fig. 1 hervorgeht, wirkt jede der Radialbohrungen 129 mit einer benachbarten Radialbohrung 127 unter Bildung einer verstellbaren Drosselöffnung zusammen. Die Gesamtheit dieser Drosselöffnungen stellt eine verstellbare Drosselöffnung 141 (Neutralfluid-Drosselöffnung) in Fig. 1 dar. Wenn die Drosselöffnung 141 offen ist, strömt in der Lastmeßnut 125 befindliches Druckmittel durch die von den Radialbohrungen 127 und 129 gebildeten variablen Drosselöffnungen hindurch in den Innenraum des Hauptventilelements 63; es gelangt dann in der oben beschriebenen Weise zu dem Behälteranschluß 23. Wenn das Hauptventilelement 63 und das Folgeventilelement 65 in der in den Fign. 6 und 8 gezeigten Neutralstellung stehen, hat die verstellbare Drosselöffnung 141 ihren größten Strömungsquerschnitt. Werden Haupt- und Folgeventilelement aus der Neutralstellung heraus gegeneinander verlagert, nimmt der Strömungsquerschnitt der Drosselöffnung 141 allmählich ab (vergleiche die graphische Darstellung in Fig. 12).

Wenn sich Haupt- und Folgeventilelement in der Neutralstellung befinden, stehen, wie am besten aus Fig. 8 hervorgeht, die beiden nicht mit einer der Radialbohrungen 129 verbundenen Radialbohrungen 127 zwischen einer Sackbohrung 131 und einer Sackbohrung 133, so daß der Fluidstrom durch diese beiden Radialbohrungen 127 von der Außenfläche des Hauptventilele-

ments 63 abgesperrt wird. Werden Haupt- und Folgeventilelement aus der Neutralstellung heraus gegeneinander verlagert (wobei eine Drehung des Hauptventilelements 63 in Fig. 8 im Uhrzeigersinn angenommen sei), wirkt nach einer relativen Drehung von einigen Graden die Radialbohrung 127 mit der Sackbohrung 133 unter Bildung einer verstellbaren Drosselöffnung zusammen, die in Fig. 1 mit 143 bezeichnet ist. Gleichzeitig beginnt die diametral gegenüberliegende Radialbohrung 127 mit der größeren Sackbohrung 131 unter Bildung einer verstellbaren Drosselöffnung zusammenzuwirken, die in Fig. 1 bei 145 veranschaulicht ist.

Aus Fig. 12 folgt, daß der Strömungsquerschnitt der Drosselöffnung 141 rasch abnimmt, wenn die Ventilanordnung ausgehend von einer Auslenkung von Null Grad (Neutralstellung) bis zu einem Wert von fünf Grad verstellt wird. Die verstellbaren Drosselöffnungen 143 und 145 beginnen sich beide bei einer Ventilauslenkung von etwa vier Grad zu öffnen, bevor die Drosselöffnung 141 schließt. Für Ventilauslenkungen im Bereich von null bis vier Grad fließt daher praktisch das gesamte über die feste Abzweig-Drosselöffnung 123 strömende Fluid durch die verstellbare Drosselöffnung 141 hindurch zum Fluidbehälter. Bei Ventilauslenkungen im Bereich von vier Grad bis fünf Grad strömt ein Teil des über die Abzweig-Drosselöffnung 123 tretenden Fluids durch die Drosselöffnung 141 hindurch, während der restliche Teil die verstellbaren Dros-

selöffnungen 143 und 145 durchläuft um sich dann wieder mit dem Hauptströmungsweg zu vereinigen. Bei Ventilauslenkungen über fünf Grad fließt im wesentlichen das gesamte die Abzweig-Drosselöffnung 123 durchströmende Fluid durch die verstellbaren Drosselöffnungen 143 und 145 hindurch zum Hauptströmungsweg.

Um in der Neutralstellung einen Ruhedruck zu erreichen, der niedriger als der Arbeitsdifferenzdruck während der normalen Ventilbetätigung ist, muß der Fluiddruck in der die Lastsignalkammer bildenden Lastmeßnut 125 in der Neutralstellung einen niedrigeren Pegel haben. Dies kann dadurch erreicht werden, daß der maximale Strömungsquerschnitt der Drosselöffnung 141 größer gemacht wird als der maximale Gesamtströmungsquerschnitt der verstellbaren Drosselöffnungen 143 und 145. Aus Fig. 6 folgt, daß bei der vorliegenden Ausführungsform die Strömungsquerschnitte der Drosselöffnungen 141, 143 und 145 durch die Größe der Radialbohrungen 127 bestimmt werden, die alle gleich ausgebildet sind. Infolgedessen ist der Strömungsquerschnitt der Drosselöffnung 141 das Vierfache des Querschnitts einer Radialbohrung 127, während der Strömungsquerschnitt jeder der Drosselöffnungen 143 und 145 gleich dem Querschnitt einer der Bohrungen 127 ist. Dies führt zu einem Verhältnis der Strömungsquerschnitte zwischen Neutralstellung und Arbeitsstellung von 2:1.

Entsprechend den Fign. 9 und 12 vergrößert sich der Strömungsquerschnitt der verstellbaren Drosselöffnungen 143 und 145 weiter ausgehend von der Stelle, an der sich diese Drosselöffnungen bei einer Ventilauslenkung von etwa vier Grad zu öffnen begannen, bis zu einer Ventilauslenkung von etwa sieben Grad. Dann hat der Strömungsquerschnitt der Drosselöffnungen 143 und 145 seinen Höchstwert erreicht; dieser Wert wird, wie aus Fig. 12 hervorgeht, zunächst beibehalten. Dieser Zustand ist in Fig. 9 dargestellt, wo die Radialbohrung 127 mit der Sackbohrung 133 in voller Verbindung steht. In ähnlicher Weise befindet sich die diametral gegenüberliegende Radialbohrung 127 in voller Verbindung mit der benachbarten größeren Sackbohrung 131.

Wenn die Ventilauslenkung weiter zunimmt, behält der Strömungsquerschnitt der verstellbaren Drosselöffnungen 143 und 145 seinen Höchstwert bei, bis eine Ventilauslenkung von etwa zwölf Grad erreicht ist. Wenn dann das Hauptventilelement 63 aus der in Fig. 9 veranschaulichten Stellung heraus etwas im Uhrzeigersinn bewegt wird, stehen die Radialbohrung 127 und die Sackbohrung 133 nicht mehr in voller gegenseitiger Verbindung; der Strömungsquerschnitt der Drosselöffnung 143 beginnt kleiner zu werden. Gleichzeitig ist jedoch die Verbindung zwischen der diametral gegenüberliegenden Radialbohrung 127 und der größeren Sackbohrung 131 noch vollständig; der Strömungsquerschnitt der Drosselöffnung 145 behält seinen

Größtwert bei. Wenn die Ventilauslenkung weiter ansteigt, erreichen das Hauptventilelement 63 und das Folgeventilelement 65 die in Fig. 10 veranschaulichte Relativlage, bei der die Ventilauslenkung etwa fünfzehn Grad beträgt. An dieser Stelle ist die Verbindung zwischen der Radialbohrung 127 und der Sackbohrung 133 vollständig unterbrochen; der Strömungsquerschnitt der verstellbaren Drosselöffnung 143 ist zu Null geworden. Die gegenüberliegende Radialbohrung 127 steht jedoch noch in voller Verbindung mit der Sackbohrung 131; der Strömungsquerschnitt der verstellbaren Drosselöffnung 145 hat weiterhin seinen Maximalwert.

Fig. 12 zeigt zusätzlich zu den Kurven für die Strömungsquerschnitte der verstellbaren Drosselöffnungen 141, 143 und 145 eine Kurve (gestrichelte Linie) die den Gesamtströmungsquerschnitt darstellt. Weil unter hohem Druck stehendes Fluid ständig in den Lastmeßkreis (Lastmeßnut 125) über die feste Abzweig-Drosselöffnung 123 gelangt, steht der Fluiddruck in dem Lastmeßkreis und an dem Lastsignalanschluß 31 in unmittelbarer Beziehung zu der Querschnittsfläche der Drosselöffnungen, die Fluid aus dem Lastmeßkreis entweder zum Fluidbehälter oder zu dem Hauptströmungsweg gelangen lassen. Infolgedessen stellt der Kehrwert der Kurve für den Gesamtströmungsquerschnitt in Fig. 12 die Änderungen des Lastsignalpegels in Abhängigkeit von der Ventilauslenkung dar. Der Begriff "Lastsignalpegel" bezieht sich da-

bei nicht auf das an dem Lastsignalanschluß 31 tatsächlich vorhandene Drucksignal, sondern vielmehr auf die Differenz zwischen der jeweiligen Lenklast und dem Lastsignaldruck. Diese Differenz wird typischerweise als der Arbeitsdifferenzdruck bezeichnet, mit Ausnahme des Spezialfalls, daß die Ventilanordnung in der Neutralstellung steht. In diesem letztgenannten Fall wird die Differenz als der Ruhedruck bezeichnet, weil keine Arbeitslast vorliegt. Der Ruhedruck gibt also die Differenz zwischen dem Fluidbehälterdruck (angenommen als Überdruck von Null bar) und dem Ausgangsdruck der variablen Fluidquelle, beispielsweise einer Verstellpumpe oder dem in Fig. 1 dargestellten Steuerventil an.

Aus Fig. 12 folgt, daß bei einer Ventilauslenkung von null Grad der Ruhedruck seinen Kleinstwert hat. Wenn die Ventilauslenkung zunimmt, steigt der Arbeitsdifferenzdruck rasch an, bis er bei einer Ventilauslenkung von etwa drei bis vier Grad einen typischen Arbeitspegel, beispielsweise einen Überdruck von 6,9 bar, erreicht. Je nach der relativen Auslegung der Abnahme der verstellbaren Drosselöffnung 141 und der Vergrößerung der verstellbaren Drosselöffnungen 143 und 145 kann der Differenzdruck auf dem Arbeitspegel für Ventilauslenkungen über drei bis vier Grad verharren. Es kann aber auch, wie dies bei der vorliegenden Ausführungsform der Fall ist, eine ausreichende Verkleinerung des Gesamtströmungs-

querschnitts bei einer Ventilauslenkung von etwa vier oder fünf Grad vorgesehen sein, um zu bewirken, daß der Lastsignaldruck über den Arbeitspegel leicht überschwingt. Bei der Ausführungsform gemäß der graphischen Darstellung nach Fig. 12 steigt der Differenzdruck zeitweise auf etwa 8,6 bar für Ventilauslenkungen im Bereich von vier bis fünf Grad an.

Entsprechend Fig. 12 ist der Differenzdruck für Ventilauslenkungen im Bereich von etwa sechs Grad bis etwa zwölf Grad konstant, was dem größten Teil der normalen Lenkvorgänge entspricht, so daß innerhalb dieses ganzen Bereichs die Durchflußmenge unmittelbar proportional der Ventilauslenkung ist.

Wenn sich die Ventilauslenkung von zwölf Grad auf fünfzehn Grad erhöht, nimmt der Gesamtströmungsquerschnitt ab, bis er den Kleinstwert erreicht. Danach bleibt der Strömungsquerschnitt im wesentlichen konstant, wenn die Ventilauslenkung in Richtung auf ihren Höchstwert (bei der vorliegenden Ausführungsform etwa achtzehn Grad) ansteigt. Die Folge davon ist, daß bei Ventilauslenkungen über zwölf Grad der Differenzdruck zu steigen beginnt, bis ein Höchstwert für Ventilauslenkungen von fünfzehn Grad und mehr erreicht ist. Bekanntlich ist ein Fluidstrom durch eine Drosselöffnung mit scharfem Rand unmittelbar proportional der Quadratwurzel des Druckabfalls an der Drosselöffnung. Außerdem ist

die Fluiddurchflußmenge durch den Hauptströmungsweg gemäß Fig. 1 hindurch unmittelbar proportional dem Querschnitt der Stromregel-Drosselöffnung 37; sie hängt damit von der Größe der Ventilauslenkung ab. Beispielsweise würde im Falle eines typischen bekannten Steuergeräts der in Fig. 2 gezeigten Art ein Anstieg der Ventilauslenkung derart, daß sich der Strömungsquerschnitt der Stromregel-Drosselöffnung 37 um einen Faktor 2 vergrößert, auch zu einem Anstieg der Durchflußmenge um einen Faktor 2 führen. Wäre beispielsweise die Durchflußmenge bei der Hälfte des maximalen Strömungsquerschnitts gleich 38 l/min, würde die Durchflußmenge bei maximalem Strömungsquerschnitt (und maximaler Ventilauslenkung) 76 l/min betragen. Weil vorliegend aber bei größeren Ventilauslenkungen für einen größeren Differenzdruck (beispielsweise 13,8 bar) gesorgt wird, beträgt die Durchflußmenge bei maximaler Auslenkung 102 l/min an Stelle von 76 l/min.

Die beschriebene Ausbildung erlaubt es, die Beziehung zwischen dem Arbeitsdifferenzdruck und der Ventilauslenkung den Abnehmerwünschen anzupassen, indem die Größen und Größenänderungsgeschwindigkeiten der verschiedenen verstellbaren Drosselöffnungen modifiziert werden, die für eine Verbindung zwischen der Lastsignalkammer und dem Behälteranschluß oder dem Hauptströmungsweg sorgen. Die erläuterte Ausführungsform erlaubt es, die maximale Durchflußmenge durch das Steuergerät wesentlich

zu vergrößern, ohne daß die Größe der den Hauptströmungsweg bildenden Drosselöffnungen gesteigert zu werden braucht, was eine Vergrößerung der Abmessungen des Steuergerätes bedingen würde. Außerdem kann die maximale Durchflußmenge durch das Steuergerät wesentlich gesteigert werden, ohne daß ein entsprechend großer Differenzdruck bei niedrigeren Ventilauslenkungen notwendig wird, der in der Neutralstellung zu größeren Energieverlusten führen würde.

Erfindungsansprüche

1. Steuergerät für druckmittelbetätigte Vorrichtungen, mittels dessen der Fluidstrom von einer Druckmittelquelle zu einer druckmittelbetätigten Vorrichtung steuerbar ist, wobei die Druckmittelquelle eine druckabhängig ansprechende Einrichtung zum Ändern der Abgabe von Druckmittel an das Steuergerät aufweist, gekennzeichnet durch
 - (a) ein Gehäuse (51) mit einem Einlaßanschluß (21) zur Verbindung mit der Druckmittelquelle (11, 13), einem Behälteranschluß (23) zur Verbindung mit einem Fluidbehälter (T), ersten und zweiten Steueranschlüssen (25, 27) zur Verbindung mit der druckmittelbetätigten Vorrichtung (17) und einem Lastsignalanschluß (31) zur Verbindung mit der druckabhängig ansprechenden Einrichtung (13);
 - (b) einer in dem Gehäuse (51) untergebrachten Ventilanordnung (63, 65), die eine Neutralstellung, eine normale Arbeitsstellung und eine Vollbetriebsstellung bestimmt;

- (c) wobei die Ventilanordnung (63, 65) und das Gehäuse (51) zusammen eine Lastsignalkammer (125) bilden, die mit dem Lastsignalanschluß (31) in dauernder Verbindung steht;
- (d) eine Einrichtung, die der Ventilanordnung (63, 65) in Abhängigkeit von dem Druckmittelstrom zu oder von der druckmittelbetätigten Vorrichtung (17) eine Folgebewegung vermittelt;
- (e) wobei das Gehäuse (51) und die Ventilanordnung (63, 65) einen den Einlaßanschluß (21) und den ersten Steueranschluß (25) sowie den zweiten Steueranschluß (27) und den Behälteranschluß (23) verbindenden ersten Fluidweg bilden, wenn die Ventilanordnung ausgehend von der Neutralstellung in einer ersten Richtung verstellt wird;
- (f) wobei in dem ersten Fluidweg eine erste verstellbare Stromregel-Drosselöffnung (37; 83, 87) liegt, die einen Strömungsquerschnitt von im wesentlichen Null bei in der Neutralstellung stehender Ventilanordnung (63, 65), einen sich vergrößernden Strömungsquerschnitt bei aus der Neutralstellung herausgebrachter Ventilanordnung sowie einen maximalen Strömungsquerschnitt hat, wenn die Ventilanordnung

in der Vollbetriebsstellung steht;

- (g) eine Einrichtung, mittels deren von dem Einlaßanschluß oder dem ersten Fluidweg stromaufwärts von der ersten verstellbaren Stromregel-Drosselöffnung (37; 83, 87) Lastsignalfluid der Lastsignalkammer (125) zuleitbar ist;
- (h) wobei eines der Bauteile der Ventilanordnung sowie die Ventilanordnung und das Gehäuse eine erste Arbeitsmittel-Drosseleinrichtung (127, 131, 133; 143, 145) bilden, die Lastsignalfluid von der Lastsignalkammer (125) zu dem ersten Fluidweg stromabwärts von der ersten verstellbaren Stromregel-Drosselöffnung (37; 83, 87) gelangen läßt und die einen bestimmten Strömungsquerschnitt bei in der normalen Arbeitsstellung stehender Ventilanordnung sowie einen anderen Strömungsquerschnitt aufweist, wenn die Ventilanordnung in der Vollbetriebsstellung steht, um einen Fluiddruck mit einem bestimmten Druckpegel in der Lastsignalkammer aufzubauen, wenn die Ventilanordnung (63, 65) sich in der normalen Arbeitsstellung befindet, und dort einen anderen Druckpegel auszubilden, wenn die Ventilanordnung in der Vollbetriebsstellung steht.

2. Steuergerät nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß der eine Strömungsquerschnitt größer als der andere Strömungsquerschnitt ist und damit der Fluiddruck in der Lastsignalkammer (125) niedriger ist, wenn die Ventilanordnung (63, 65) in der normalen Arbeitsstellung steht, als wenn die Ventilanordnung die Vollbetriebsstellung einnimmt.
3. Steuergerät nach Punkt 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (51) und die Ventilanordnung (63, 65) einen den Einlaßanschluß (21) und den zweiten Steueranschluß (27) sowie den ersten Steueranschluß (25) und den Behälteranschluß (23) verbindenden zweiten Fluidweg bilden, wenn die Ventilanordnung ausgehend von der Neutralstellung in einer zweiten Richtung verstellt wird.
4. Steuergerät nach Punkt 3, dadurch gekennzeichnet, daß in dem zweiten Fluidweg eine zweite verstellbare Stromregel-Drosselöffnung (37; 83, 87) liegt, die einen Strömungsquerschnitt von im wesentlichen Null bei in der Neutralstellung stehender Ventilanordnung (63, 65), einen sich vergrößernden Strömungsquerschnitt bei aus der Neutralstellung in der zweiten Richtung herausgebrachter Ventilanordnung sowie einen maximalen Strömungsquerschnitt hat, wenn die Ventilanordnung in der Vollbetriebsstellung steht.

5. Steuergerät nach Punkt 4, gekennzeichnet durch eine Einrichtung, mittels deren von dem Einlaßanschluß oder dem zweiten Fluidweg stromaufwärts von der zweiten verstellbaren Stromregel-Drosselöffnung (37; 83, 87) Lastsignalfluid der Lastsignalkammer (125) zuleitbar ist.
6. Steuergerät nach Punkt 5, dadurch gekennzeichnet, daß eines der Bauteile der Ventilanordnung (63, 65) sowie die Ventilanordnung und das Gehäuse (51) eine zweite Arbeitsmittel-Drosseleinrichtung (127, 131, 133; 143, 145) bilden, die Lastsignalfluid von der Lastsignalkammer (125) zu dem zweiten Fluidweg stromabwärts von der zweiten verstellbaren Stromregel-Drosselöffnung (37; 83, 87) gelangen läßt und die den einen Strömungsquerschnitt bei in der normalen Arbeitsstellung stehender Ventilanordnung sowie den anderen Strömungsquerschnitt aufweist, wenn die Ventilanordnung in der Vollbetriebsstellung steht.
7. Steuergerät nach einem der vorhergehenden Punkte, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Arbeitsmittel-Drosseleinrichtung (127, 131, 133; 143, 145) eine Drosselöffnung (127, 133; 143) sowie eine weitere Drosselöffnung (127, 131; 145) aufweist, die beide offen sind, wenn die Ventilanordnung (63, 65) in der normalen Arbeitsstellung steht, und daß die eine Drosselöffnung geschlossen sowie die andere Drosselöffnung offen ist, wenn sich die Ventil-

anordnung in der Vollbetriebsstellung befindet.

8. Steuergerät nach einem der vorhergehenden Punkte , dadurch gekennzeichnet, daß die erste Arbeitsmittel-Drosseleinrichtung (127, 131, 133; 143, 145) den Strömungsquerschnitt Null hat, wenn die Ventilanordnung (63, 65) in der Neutralstellung steht.
9. Steuergerät nach Punkt 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilanordnung (63, 65) eine Neutralfluid-Drosselöffnung (127, 129; 141) aufweist, die Fluid von der Lastsignalkammer (125) zu dem Behälteranschluß (23) gelangen läßt, wenn die Ventilanordnung in der Neutralstellung steht.
10. Steuergerät nach Punkt 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Strömungsquerschnitt der Neutralfluid-Drosselöffnung (127, 129; 141) größer als der Strömungsquerschnitt der ersten Arbeitsmittel-Drosseleinrichtung (127, 131, 133; 143, 145) ist, um in der Lastsignalkammer (125) einen Fluiddruck auszubilden, der bei in der Neutralstellung stehender Ventilanordnung (63, 65) einen niedrigeren Wert als bei in der normalen Arbeitsstellung befindlicher Ventilanordnung hat.

11. Steuergerät nach Punkt 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Strömungsquerschnitt der Neutralfluid-Drosselöffnung (127, 129; 141) bei Verstellen der Ventilanordnung (63, 65) von der Neutralstellung in die normale Arbeitsstellung allmählich auf Null abnimmt.
12. Steuergerät nach Punkt 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Strömungsquerschnitt der ersten Arbeitsmittel-Drosseleinrichtung (127, 131, 133; 143, 145) von Null aus allmählich zuzunehmen beginnt, bevor der Strömungsquerschnitt der Neutralfluid-Drosselöffnung (127, 129; 141) Null erreicht, wenn die Ventilanordnung aus der Neutralstellung in die normale Arbeitsstellung gebracht wird.
13. Steuergerät für druckmittelbetätigte Vorrichtungen, mittels dessen der Fluidstrom von einer Druckmittelquelle zu einer druckmittelbetätigten Vorrichtung steuerbar ist, wobei die Druckmittelquelle eine druckabhängig ansprechende Einrichtung zum Ändern der Abgabe von Druckmittel an das Steuergerät aufweist, gekennzeichnet durch
 - (a) ein Gehäuse (51) mit einem Einlaßanschluß (21) zur Verbindung mit der Druckmittelquelle (11, 13), einem Behälteranschluß (23) zur Verbindung mit dem Fluidbehälter (T), ersten und zweiten Steueran-

schlüssen (25, 27) zur Verbindung mit der druckmittelbetätigten Vorrichtung (17) und einem Lastsignalanschluß (31) zur Verbindung mit der druckabhängig ansprechenden Einrichtung (13);

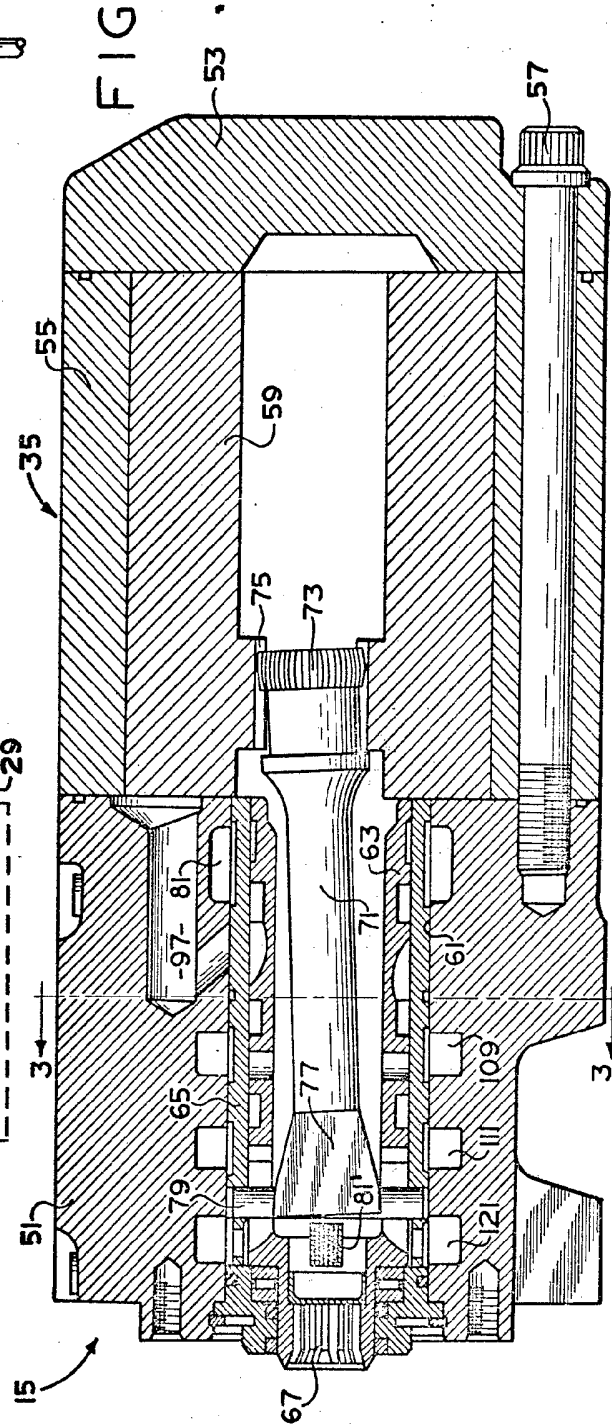
- (b) einer in dem Gehäuse (51) untergebrachten Ventilanordnung mit einem drehbaren Hauptventilelement (63) und einem damit zusammenwirkenden, relativ drehbaren Folgeventilelement (65), die mit Bezug aufeinander eine Neutralstellung sowie mit Bezug aufeinander eine Vollbetriebsstellung bestimmen;
- (c) eine Einrichtung, die dem Folgeventilelement (65) in Abhängigkeit von dem Druckmittelstrom zu oder von der druckmittelbetätigten Vorrichtung (17) eine Folgebewegung vermittelt;
- (d) wobei das Haupt- und das Folgeventilelement (63, 65) zusammen mit dem Gehäuse (51) bei gegenseitigem Verstellen der Ventilelemente ausgehend von der Neutralstellung in einer ersten Richtung einen den Einlaßanschluß (21) und den ersten Steueranschluß (25) sowie den zweiten Steueranschluß (27) und den Behälteranschluß (23) verbindenden ersten Fluidweg und bei gegenseitigem Verstellen der Ventilelemente ausgehend von der Neutralstellung in einer zweiten

Richtung einen den Einlaßanschluß (21) und den zweiten Steueranschluß (27) sowie den ersten Steueranschluß (25) und den Behälteranschluß (23) verbindenden zweiten Fluidweg bilden;

- (e) wobei das Gehäuse (51) und das dem Gehäuse benachbarte Ventilelement (65) zusammen eine Lastsignalkammer (125) bilden, die mit dem Lastsignalanschluß (31) in dauernder Verbindung steht;
- (f) wobei in dem ersten Fluidweg eine erste verstellbare Stromregel-Drosselöffnung (37; 83, 87) und in dem zweiten Fluidweg eine zweite verstellbare Stromregel-Drosselöffnung (37; 83, 87) liegen, die jeweils einen Strömungsquerschnitt von im wesentlichen Null bei in und benachbart der Neutralstellung stehenden Ventilelementen und einen sich allmählich vergrößern- den Strömungsquerschnitt haben, wenn die Ventilelemente aus der Neutralstellung heraus weiter gegeneinander verstellt werden;
- (g) eine Einrichtung, mittels deren von dem Einlaßanschluß oder dem ersten Fluidweg stromaufwärts von der ersten Stromregel-Drosselöffnung oder dem zweiten Fluidweg stromaufwärts von der zweiten Stromregel-Drosselöffnung Lastsignalfluid der Lastsignalkammer (125) zuleitbar ist;

- (h) wobei das Haupt- und das Folgeventilelement gemeinsam eine Neutralfluid-Drosselöffnung (127, 129; 141), über die Fluid von der Lastsignalkammer (125) zu dem Behälteranschluß (23) gelangt, wenn die Ventilelemente in der Neutralstellung stehen, sowie erste und zweite Arbeitsmittel-Drosselöffnungen (127, 131, 133; 143, 145) bilden, die Fluid von der Lastsignalkammer zu dem ersten bzw. dem zweiten Fluidweg stromabwärts von der ersten bzw. der zweiten Stromregel-Drosselöffnung (37; 83, 87) gelangen lassen, so daß der Fluiddruck in der Lastsignalkammer (125) und an dem Lastsignalanschluß (31) bei in der Neutralstellung stehenden Ventilelementen einen Wert sowie bei aus der Neutralstellung gegeneinander verstellten Ventilelementen einen anderen Wert hat.

Hierzu 4 Seiten Zeichnungen



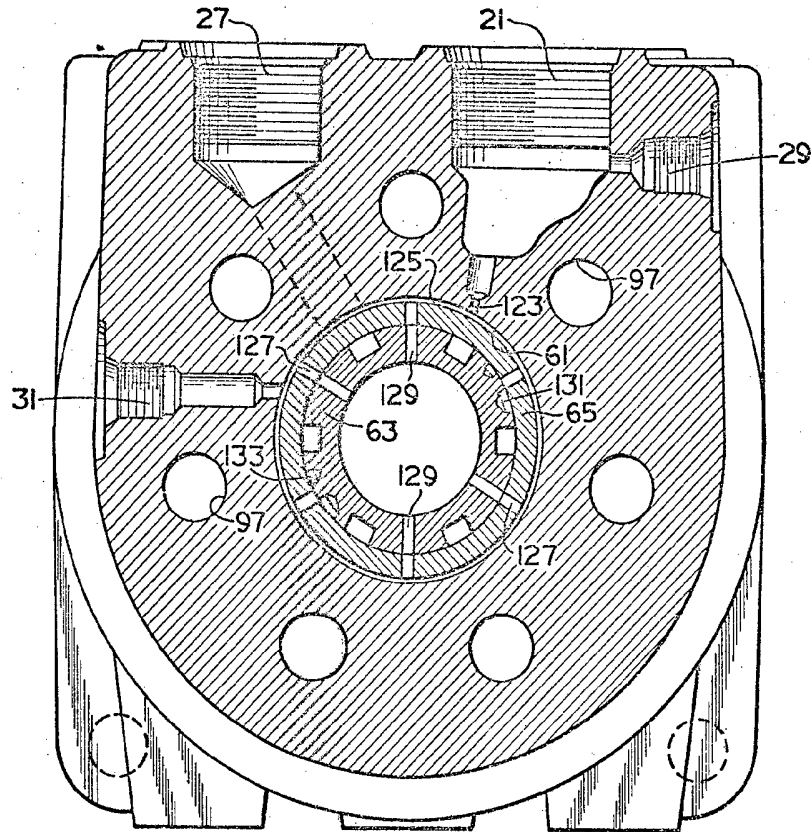


FIG. 3

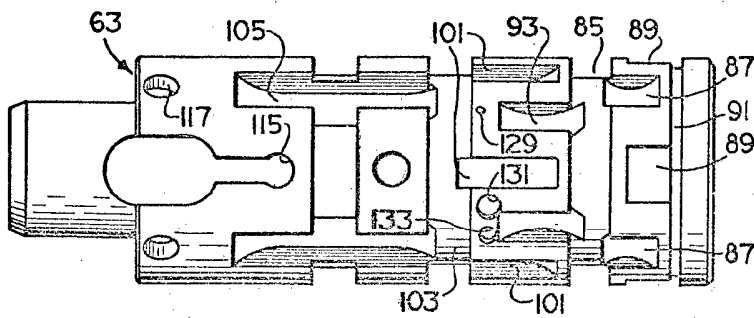


FIG. 4

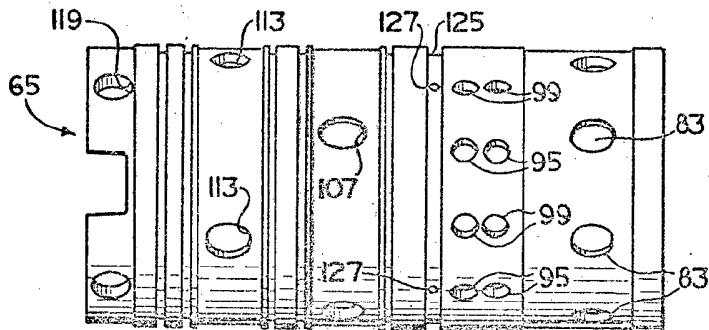


FIG. 5

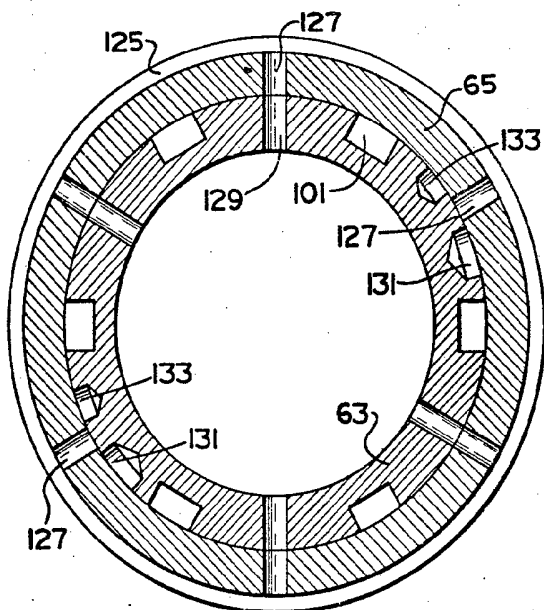


FIG. 6

FIG. 7

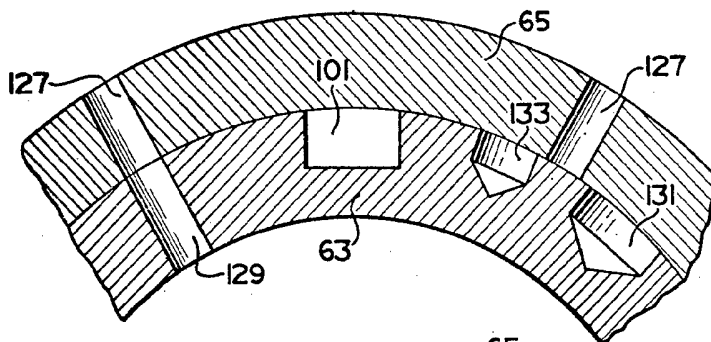
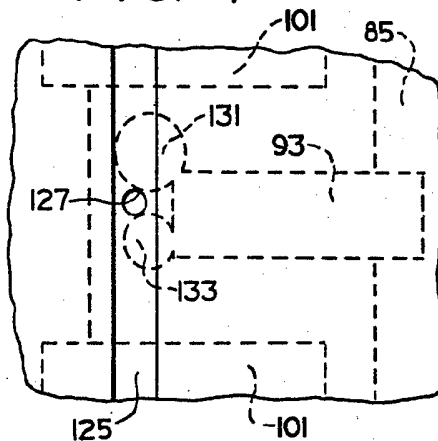


FIG. 8

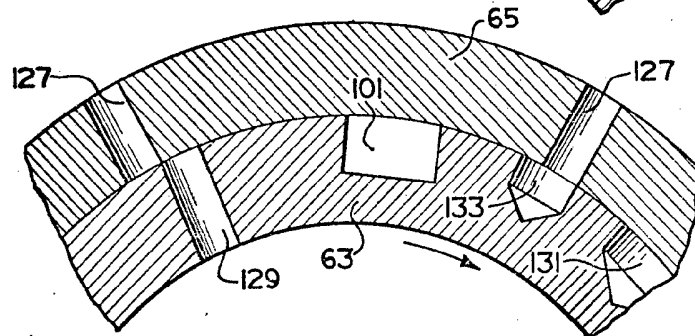


FIG. 9

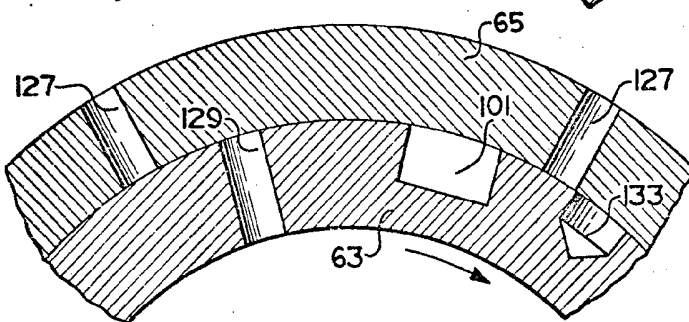


FIG. 10

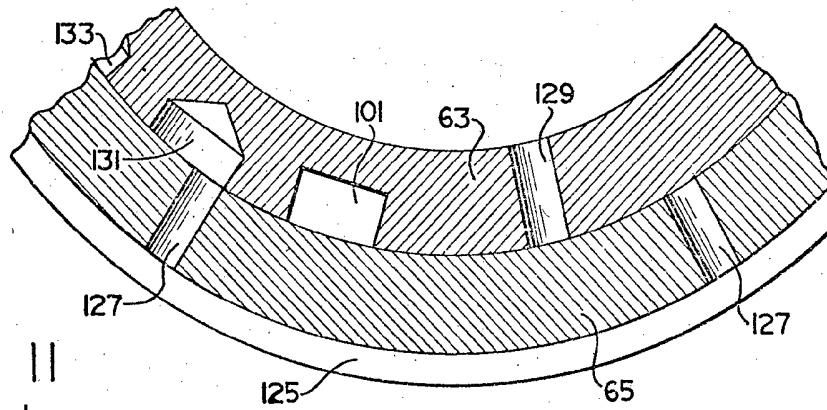


FIG. II

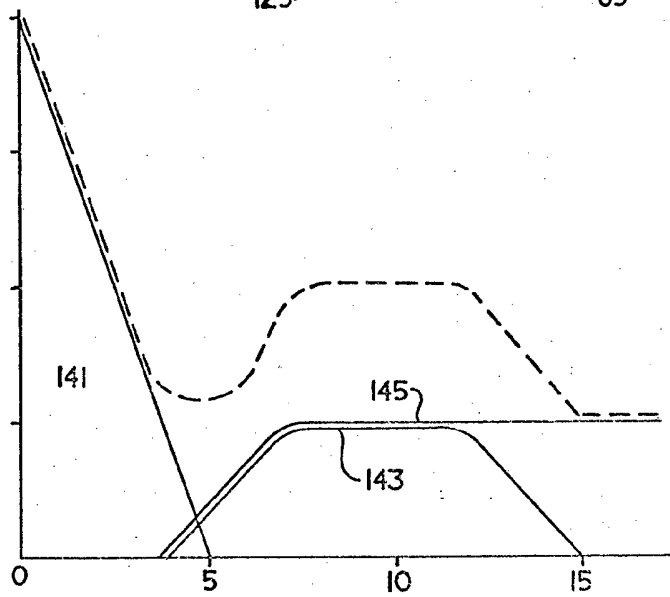


FIG. 12