



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 00 677 T2 2004.07.29**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 146 234 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 00 677.1**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 302 916.0**

(96) Europäischer Anmeldetag: **28.03.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.10.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **03.09.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.07.2004**

(51) Int Cl.7: **F15B 13/04**

F15B 13/043, F15B 11/22

(30) Unionspriorität:

196344 P 12.04.2000 US

(73) Patentinhaber:

Husco International Inc., Waukesha, Wis., US

(74) Vertreter:

Zeitler und Kollegen, 80539 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

(72) Erfinder:

Stephenson, Dwight, Dalafield, Wisconsin 53018, US

(54) Bezeichnung: **Hydraulisches System mit mitwirkendem Sitzventil**

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

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf hydraulische Steuersysteme und im besonderen auf Systeme, in welchen ein Paar von hydraulischen Operatoren angetrieben werden können, entweder parallel oder in Reihe, um eine gemeinsame Last zu versorgen.

[0002] Baugeräte, wie etwa ein Kran, besitzen bewegbare Elemente, die durch einen hydraulischen Operator getrieben werden, wie etwa einen hydraulisch angetriebenen Motor oder eine Zylinder-/Kolbenanordnung. Der Einsatz von hydraulischem Fluid an dem Operator wurde traditionell gesteuert durch ein von Hand betätigtes Ventil, wie etwa ein solches, welches in der US-PS 5 579 642 beschrieben ist. Dieser Ventiltyp besaß einen manuellen Operatorhebel, der mechanisch verbunden war mit einem Spulenkern, der innerhalb einer Bohrung des Ventilkörpers gleiten konnte. Die Pumpen- und Tankleitungen des hydraulischen Systems waren an die Öffnungen des Ventilkörpers angeschlossen und der Operator war an die Arbeitsöffnungen des Ventilkörpers angekopfelt. Die Bewegung des Spulenkerns in verschiedene Positionen, im Hinblick auf Ausnehmungen in der Bohrung, ermöglichten, daß ein Unterdruckstehen des hydraulischen Fluids von der Pumpe zum Operator und zurück zu dem Tank ebenfalls durch das Ventil strömen konnte.

[0003] Manuelle Ventile müssen in der Operatorkabine des Gerätes eingebaut sein, wodurch es erforderlich ist, daß ein Paar von hydraulischen Leitungen von jedem Ventil zu dem zugeordneten Operator geführt werden müssen. Gegenwärtig besteht ein Trend weg von manuell betätigten hydraulischen Ventilen in Richtung auf elektrische Steuerungen und den Einsatz von solenoidbetätigten Vorsteuerventilen, wie dasjenige, welches in der US-PS 5 913 577 beschrieben ist. Dieser Steuertyp vereinfacht die hydraulische Montage, da die Steuerventile nicht in der Operatorkabine angeordnet werden müssen. Stattdessen werden die Solenoid-Ventile benachbart zum Operator montiert, wodurch lediglich eine gemeinsame hydraulische Leitung von der Pumpe hergeführt werden muß und eine gemeinsame Rückleitung zurück zum Fluidtank. Die Solenoid-Ventile, die in dem Gerät verteilt sind, sind an dieses einzige Paar von Hydraulikleitungen angeschlossen. Elektrische Steuerungen sind innerhalb der Kabine montiert, wobei Drähte zu den jeweiligen Solenoid-Ventilen laufen. Drähte sind leichter in dem Gerät zu montieren und weniger Funktionsfehlern ausgesetzt als unter Druck stehende Hydraulikleitungen.

[0004] Manche hydraulische Anwendungen setzen ein Paar von Operatoren ein, um eine gemeinsame Last zu versorgen und versorgen die Operatoren parallel oder in Reihe bei unterschiedlichen Arbeitsweisen. Beispielsweise setzt ein Hebekran ein Paar von

hydraulischen Motoren ein, um die Seilrolle anzutreiben, die eine Last hebt oder absenkt. Die Motoren sind üblicherweise oft parallel angeschlossen für eine größere Leistung, um schwere Lasten zu heben. Die Motoren sind in Reihe geschaltet, um die Last abzusinken, so daß eine erhöhte Geschwindigkeit der Seilrolle möglich wird, wenn weniger Leistung erforderlich ist, da die Schwerkraft das Absenken unterstützt. Bei dieser Anwendung sind die beiden Operatoren typischerweise an ein Vierwegeventil angeschlossen und einen Reihen-Parallelkreis, der den Modus ändert, wie dies geregelt wird durch den Betrieb des Ventils. Derartige Systeme erfordern zwei Ventilgehäuse und eine komplizierte Ventilschaltung.

Zusammenfassung der Erfindung

[0005] Eine Hydraulikventilanordnung umfaßt ein Hauptsteuerventil mit einem Hauptventil-Ventilkegel, welcher gleitend innerhalb einer ersten Bohrung angeordnet ist zum Steuern des Flusses eines Fluids zwischen einem ersten Einlaß in die erste Bohrung und einem ersten Auslaß, der von der ersten Bohrung wegführt. Der Hauptventil-Ventilkegel definiert eine erste Steuerkammer in der ersten Bohrung auf einer Seite des Hauptventil-Ventilkegels, der entfernt von dem ersten Auslaß ist. Ein selektiv verschiebbarer Vorsteuer-Ventilkegel greift ein und steuert die Bewegung des Hauptventil-Ventilkegels.

[0006] Ein Schattenventil umfaßt einen Schattenventilkegel, der gleitend innerhalb einer zweiten Bohrung angeordnet ist zur Steuerung des Flusses des Fluids zwischen einem zweiten Einlaß und einem zweiten Auslaß von und zur zweiten Bohrung. Der Schattenventilkegel definiert eine zweite Steuerkammer in der zweiten Bohrung auf einer Seite des Schattenventilkegels, der sich entfernt von dem zweiten Auslaß befindet. Die zweite Steuerkammer steht in Fluidverbindung mit der ersten Steuerkammer.

[0007] Die Bewegung des Vorsteuer-Ventilkegels beeinflusst den Druck in der ersten Steuerkammer, welcher eine Bewegung des Hauptventil-Ventilkegels erzeugt, wodurch sich das Hauptsteuerventil öffnet und schließt. Da die erste Steuerkammer an die zweite Steuerkammer angeschlossen ist, bewegt sich der Schattenventilkegel zusammen mit dem Hauptventil-Ventilkegel, so daß sich das Schattenventil öffnet und schließt, synchron mit dem Hauptsteuerventil.

[0008] Bei der bevorzugten Ausführungsform der Ventilanordnung wird der Vorsteuer-Ventilkegel durch einen elektrischen Aktuator, wie etwa ein Solenoid angetrieben. Dies macht es möglich, daß das Hauptsteuerventil über eine elektronische Steuerung betrieben werden kann.

[0009] Dieser Typ der Hydraulikventilanordnung ist besonders angepaßt an eine selektive Steuerung von zwei hydraulischen Operatoren, entweder in Reihe oder parallel. Bei dieser Anwendung koppeln erste, zweite und dritte Ventilanordnungen den ersten und den zweiten Operator an die Pumpe und den

Tank des hydraulischen Systems an. Jede Ventilordnung umfaßt ein Hauptsteuerventil und ein Schattenventil. Das System umfaßt auch ein herkömmliches, von einem Solenoid betriebenes Proportionalventil.

[0010] Das Hauptsteuerventil der ersten Ventilordnung koppelt die Pumpe an die erste Öffnung des ersten hydraulischen Operators an und das Schattenventil der ersten Ventilordnung schließt die erste Öffnung des ersten hydraulischen Operators an die erste Öffnung des zweiten hydraulischen Operators an. Das Hauptsteuerventil der zweiten Ventilordnung koppelt die erste Öffnung des ersten hydraulischen Operators an dem Tank an, während das Schattenventil der zweiten Ventilordnung die zweite Öffnung des ersten hydraulischen Operators mit der ersten Öffnung des zweiten hydraulischen Operators verbindet. Das Hauptsteuerventil der dritten Ventilordnung verbindet die zweite Öffnung des ersten hydraulischen Operators mit dem Tank und das Schattenventil der dritten Ventilordnung koppelt die zweite Öffnung des ersten hydraulischen Operators an die zweite Öffnung des zweiten hydraulischen Operators an. Das solenoidbetriebene Proportionalventil koppelt die Pumpe an die zweite Öffnung des zweiten hydraulischen Operators an.

[0011] Bei einem ersten Betriebsmodus führt die elektronische Steuerung elektrische Energie dem elektrischen Aktuator der ersten Ventilordnung und dem elektrischen Aktuator der dritten Ventilordnung zu, wodurch der erste und der zweite Operator parallel arbeiten. Bei einem zweiten Betriebsmodus führt die elektronische Steuerung elektrische Energie dem elektrischen Aktuator des Proportionalventils und dem elektrischen Aktuator der zweiten Ventilordnung zu, wodurch der erste Operator und der zweite Operator in Reihe arbeiten. Da nur ein Ventil in einer jeden Anordnung einen elektrischen Aktuator besitzt, wird die Komplexität des hydraulischen Systems und seine Steuerung reduziert, verglichen mit einem System, welches getrennte elektrische Aktuatoren für jedes Ventil besitzt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0012] **Fig. 1** ist eine schematische Darstellung eines Hydrauliksystems, welches die vorliegende Erfindung einschließt;

[0013] **Fig. 2** ist eine Querschnittsansicht einer Steuerventilanordnung mit einem Hauptsteuerventil und einem Schattenventilkegel-Ventil;

[0014] **Fig. 3** ist eine schematische Darstellung eines weiteren Hydrauliksystems, welches die vorliegende Erfindung einschließt;

[0015] **Fig. 4** ist eine Querschnittsansicht einer Steuerventilanordnung mit einem Hauptsteuerventil und einem Schattenventilkegel-Ventil, die parallel zueinander angeschlossen sind.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0016] Unter eingänglicher Bezugnahme auf **Fig. 1** umfaßt ein Hydrauliksystem **10** eine Pumpe **12**, die Fluid von einem Tank **14** abzieht und das Fluid einem Paar von Hydraulikoperatoren zuführt, welche die hydraulische Leistung in Bewegung umsetzen, um mechanische Lastelemente anzutreiben. In dem beispielhaften System **10** sind die Hydraulikoperatoren Motoren **16** und **18**, die mechanisch an ein gemeinsames Lastelement angeschlossen sind, angezeigt durch die gestrichelte Linie **20**. Beispielsweise können die Motoren an eine Seilrolle eines Hebezeuges oder eines Kranes angeschlossen sein. Jeder der Motoren **16** und **18** besitzt ein Paar von Öffnungen und der Einsatz von unter Druck stehendem Hydraulikfluid an eine dieser Öffnungen bestimmt die Richtung, in welcher sich der Motor dreht. Das Fluid tritt von den Motoren **16** oder **18** aus der anderen Öffnung aus und kehrt zum Tank **14** zurück, wie dies noch beschrieben werden wird.

[0017] Der Fluß des Hydraulikfluids zwischen der Pumpe **12** und den Motoren **16** und **18** wird gesteuert von vier Proportional-Meßsteuerventilen **21**, **22**, **23** und **24**. Das erste Steuerventil **21** ist mit seinem Einlaß an die erste Öffnung **26** des ersten Motors **16** angeschlossen und ein Auslaß ist an die erste Öffnung **28** des zweiten Motors **18** angeschlossen. Der Einlaß des zweiten Steuerventils **22** ist an die erste Öffnung **26** des ersten Motors **16** angekoppelt und der Einlaß des dritten Steuerventils **23** ist an die zweite Öffnung **29** des zweiten Motors **18** angekoppelt. Die Auslässe des zweiten und des dritten Steuerventils **22** und **23** sind beide an dem Tank **14** angeschlossen. Das vierte Steuerventil **24** besitzt einen Einlaß, welcher an den Auslaß der Pumpe **12** angeschlossen ist und einen Auslaß, der an die zweite Öffnung **29** des zweiten Motors **18** angekoppelt ist.

[0018] Das Hydrauliksystem **10** umfaßt darüber hinaus ein Schattenventilkegel-Ventil **31**, welches den Auslaß der Pumpe **12** mit der ersten Öffnung **26** des ersten Motors **16** verbindet. Wie noch beschrieben werden wird, wird der Betrieb des ersten Schattenventilkegel-Ventils **31** gesteuert durch das Steuerventil **21**, wie durch die gestrichelte Linie **30** angezeigt ist. Somit werden das erste Steuerventil **21** und das erste Schattenventilkegel-Ventil **31** als erste Ventilordnung angesehen. Ein zweites Schattenventilkegel-Ventil **32** ist angeschlossen zwischen der zweiten Öffnung **27** des ersten Motors **16** und der ersten Öffnung **28** des zweiten Motors **18**. Der Betrieb des zweiten Schattenventilkegel-Ventils **32** wird gesteuert durch das zweite Steuerventil **22**. Somit werden das zweite Steuerventil **22** und das zweite Schattenventilkegel-Ventil **32** als zweite Ventilordnung angesehen. Ein drittes Schattenventilkegel-Ventil **33** schließt die zweite Öffnung **27** des ersten Motors **16** an die zweite Öffnung **29** des zweiten Motors **18** an. Das dritte Steuerventil steuert den Betrieb des dritten Schattenventilkegel-Ventils **33**. Das dritte Steuerventil

til **23** und das dritte Schattenventilkegel-Ventil **33** bilden eine dritte Ventilanordnung.

[0019] Jedes der Steuerventile **21–24** ist ein solenoidbetriebener Vorstuerstyp, wie etwa derjenige, der in **Fig. 2** wiedergegeben ist. Dieses Solenoidventil **100** umfaßt eine zylindrische Ventilhülse **104**, die in einer Längsbohrung **106** eines Ventilkörpers **102** montiert ist. Der Ventilkörper **102** besitzt einen Quereinlaß **108**, der mit der Längsbohrung **106** kommuniziert. Ein Auslaß **110** erstreckt sich von einem inneren Ende der Längsbohrung **106** ausgehend durch den Ventilkörper **102**. Ein Ventilsitz **112** ist zwischen dem Einlaß und dem Auslaß **108** und **110** ausgebildet.

[0020] Ein Hauptventil-Ventilkegel **114** gleitet innerhalb der Längsbohrung **106** in Bezug auf den Ventilsitz **112** zur Steuerung des Flusses des Hydraulikfluids zwischen dem Einlaß und dem Auslaß. Eine zentrale Ausnehmung **116** ist in dem Hauptventil-Ventilkegel **114** ausgebildet und erstreckt sich von einer Öffnung am Auslaß **110** zu einem geschlossenen Ende **117**. Die Dicke der Wand an dem geschlossenen Ende **117** bildet eine flexible Membran **119**, und eine Vorsteuerpassage **120** erstreckt sich durch diese Membran. Der Hauptventil-Ventilkegel **114** definiert eine Steuerkammer **118** in der Längsbohrung **106** auf der entfernten Seite der Membran **119** von der mittleren Ausnehmung **116**. Die einander gegenüberliegenden Seiten der Membran **119** sind der Steuerkammer **118** sowie der mittleren Ausnehmung **116** des Ventilkegels ausgesetzt. Eine Einlaßpassage **122** erstreckt sich von einer Steueröffnung **123**, die in den Einlaß **108** hinein geöffnet ist, durch den Hauptventil-Ventilkegel **114** zur Steuerkammer **118**.

[0021] Die Bewegung des Hauptventil-Ventilkegels **114** wird gesteuert durch ein Solenoid **126** mit einer elektromagnetischen Spule **128**, einer Armatur **132** sowie einem Vorsteuer-Ventilkegel **134**. Die Armatur **132** ist innerhalb einer Bohrung **130** durch die Hülse **104** positioniert und eine erste Feder **125** drückt den Hauptventil-Ventilkegel **114** von der Armatur weg. Der Vorsteuer-Ventilkegel **134** befindet sich innerhalb einer Bohrung **136** der rohrförmigen Armatur **132** und wird in Richtung auf die Armatur gedrückt durch eine zweite Feder **138**, die mit einer Einstellschraube **140** in Eingriff steht, welche in die Hülsenbohrung **130** eingeschraubt ist. Das Solenoid besitzt eine elektromagnetische Spule **128**, welche die Hülse **104** umgreift und hieran gehalten ist. Die Armatur **132** gleitet innerhalb der Hülsenbohrung **130** weg von dem Hauptventil-Ventilkegel **114** in Abhängigkeit von einem elektromagnetischen Feld, welches erzeugt wird durch die Anlage eines elektrischen Stromes zur Erregung der elektromagnetischen Spule **128**.

[0022] Im entregten Zustand der elektromagnetischen Spule **128** drückt eine zweite Feder **138** den Vorsteuer-Ventilkegel **134** gegen das Ende **142** der Armatur **132**, wodurch sowohl die Armatur als auch der Vorsteuer-Ventilkegel in Richtung auf den Hauptventil-Ventilkegel **114** gedrückt werden. Dies führt dazu, daß eine konische Spitze **144** des Vorsteuer-Ven-

tilkegels **134** in die Vorsteuerpassage **120** innerhalb des Hauptventil-Ventilkegels eintritt und diese verschließt, wodurch das Verschließen der Verbindung zwischen der Steuerkammer **118** und dem Auslaß **110** beendet wird.

[0023] Die Ventilanordnungen, die das erste, das zweite bzw. das dritte Steuerventil **21–23** aufweisen, umfassen auch das zugeordnete erste, zweite bzw. dritte Schattenventilkegel-Ventil **31, 32** bzw. **33**. Unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 2** umfaßt das Schattenventilkegel-Ventil **150**, welches dem Steuerventil **100** zugeordnet ist, einen Schattenventilkegel **152**, welcher gleitend in einer Hilfsbohrung **154** des Ventilkörpers **102** aufgenommen ist. Das innere Ende der Hilfsbohrung **154** öffnet sich in einen Auslaß **156** des Schattenventilkegel-Ventils **150**.

[0024] Ein Einlaß **158** des Schattenventilkegel-Ventils **150** ist geöffnet in die Hilfsbohrung **154**, die einen Ventilsitz **160** aufweist zwischen dem Einlaß und dem Auslaß.

[0025] Eine Hilfssteuerkammer **162** ist in der Hilfsbohrung **154** auf der entfernten Seite des Schattenventilkegels **152** von dem Ventilsitz **160** ausgebildet. Eine Passage **164** verbindet die Hilfssteuerkammer **162** des Schattenventilkegel-Ventils **150** mit der Steuerkammer **118** des Steuerventils **100**. Eine Feder **165** drückt den Schattenventilkegel **152** von einer Kappe **166** weg und gegen den Ventilsitz **160**.

[0026] Eine Erregung des Solenoid-Ventils **100** steuert den Fluß von Hydraulikfluid zwischen dem Einlaß und dem Auslaß **108** und **110** des Steuerventils **100** in **Fig. 2**. Das Ausmaß des Hydraulikfluidflusses durch das Ventil ist direkt proportional zur Größe des elektrischen Stromes, der an die Spule **128** angelegt wird. Der elektrische Strom erzeugt ein elektromagnetisches Feld, welches die Armatur **132** in die Solenoid-Spule **180** hinein und weg von dem Hauptventil-Ventilkegel **114** zieht. Da das Ende **142** der Armatur **132** in Eingriff tritt mit einer Schulter **146** des Vorsteuer-Ventilkegels **134**, bewegt sich auch das letztere Element weg von dem Hauptventil-Ventilkegel **114**, wodurch Hydraulikfluid fließen kann von dem Einlaß **108** durch die Steueröffnung **122**, die Steuerkammer **118**, die Vorsteuermeßpassage **120** und den Auslaß **110**.

[0027] Der Fluß des Hydraulikfluids durch die Vorsteuerpassage **120** reduziert den Druck in der Hauptsteuerkammer **118** auf den des Auslasses. Somit drückt der höhere Einlaßdruck, der an die Oberfläche **148** angelegt wird, den Hauptventil-Ventilkegel **114** von dem Ventilsitz **112** weg, wodurch die direkte Verbindung geöffnet wird zwischen dem Einlaß **108** und dem Auslaß **110**. Die Bewegung des Hauptventil-Ventilkegels **114** setzt sich fort bis ein Kontakt eintritt mit der konischen Spitze **144** des Vorsteuer-Ventilkegels **134**. Somit werden die Größe dieser Ventilöffnung und das Strömungsausmaß des Hydraulikfluids hierdurch bestimmt durch die Position der Armatur **132** und des Vorsteuer-Ventilkegels **134**. Diejenigen Positionen werden wiederum gesteuert durch die

Größe des Stromes, der durch die elektromagnetische Spule **128** fließt.

[0028] Da der Fluß des Hydraulikfluids durch die Vorsteuerpassage **120** des Steuerventils **100** den Druck in der Hauptsteuerkammer **118** reduziert, wird dieser reduzierte Druck kommuniziert zu der Hilfssteuerkammer **162** des Schattenventilkegel-Ventils **150**. Somit drückt der höhere Druck am Einlaß **158** den Schattenventilkegel **152** weg vom Ventilsitz **160**, wodurch die Verbindung zwischen dem Einlaß **158** und dem Auslaß **156** des Schattenventilkegel-Ventils **150** geöffnet wird. Die gleichzeitige Bewegung des Schattenventils erfordert gemeinsame Druckniveaus in den Einlässen **108** und **158** und den Auslässen **110** und **156**. Im Reihenmodus werden diese Drucke nicht identisch sein. Das stromaufwärtige Schattenventil **150** öffnet sich zuerst, da sein Druck am Einlaß **158** höher ist. Dies ist erstrebenswert, da die Motorsteuerung der Geschwindigkeit erzielt wird durch das stromabwärtige Ventilkegel-Ventil.

[0029] Wenn sich das Steuerventil **100** schließt, steigt der Druck in der Hauptsteuerkammer **118** an und wird kommuniziert zu der Hilfssteuerkammer **162** des Schattenventil-Kegelventils **150**. Dies erzeugt eine entsprechende Schließung des Schattenventil-Kegelventils. Somit folgt der Betrieb des Schattenventil-Kegelventils **150** demjenigen des Steuerventils **100**.

[0030] Diese Anordnung eines Hauptsteuerventils **100** und eines Folgeventil-Kegelventils **150** wird eingesetzt, um die Motoren **16** und **18** in **Fig. 1** zu steuern. Wenn das Hydrauliksystem **10** eingesetzt wird bei einem Hebekran, betätigt die Bedienungsperson einen Steuerhebel **38**, um eine Last anzuheben. Die auf einem Mikro-Computer basierende Steuerung **40** spricht auf das Signal von dem Steuerhebel **38** an durch die Erzeugung von elektrischen Solenoid-Antriebsignalen, die das erste und das dritte Steuerventil **21** und **23** öffnen. Wenn ein Steuerventil und dessen zugeordnetes Schattenventil in Reihe angeschlossen sind, wie das erste Steuerventil **21** und das erste Schattenventil **31**, muß das Steuerventil stromabwärtig von seinem zugeordneten Schattenventil angeschlossen sein. Wenn somit das erste Steuerventil **21** öffnet, entsprechend dem Signal von der Steuerung **40**, öffnet sich das erste Schattenventil-Kegelventil **31** um ein entsprechendes Ausmaß. Diese Aktion legt unter Druck stehendes Fluid von der Pumpe **12** an die erste Öffnung **26** des ersten Motors **16** an und durch das erste Ventil **21** an die erste Öffnung **28** des zweiten Motors **18**. Das Ausmaß, in welchem das erste Steuerventil **21** und das erste Schattenventilkegel-Ventil **31** öffnen, wird gesteuert durch das Ausmaß des elektrischen Stromes, den die Steuerung an die elektromagnetische Spule in dem ersten Steuerventil anlegt.

[0031] Zur gleichen Zeit öffnet die elektronische Steuerung **40** das dritte Steuerventil **23**, was zu einer entsprechenden Öffnung des zugeordneten stromaufwärtigen dritten Schattenventilkegel-Ventils **33**

führt, aufgrund der Ankopplung der Steuerkammern dieser Ventile. Die Öffnung dieser letzteren Ventile **23** und **33** stellt Fluidwege bereit für den Austritt aus dem ersten und dem zweiten Motor **16** und **18** über ihre entsprechenden zweiten Öffnungen **27** und **29** zurück in den Tank **14**. Im Lasthebemodus sind das zweite und das vierte Steuerventil **22** und **24** wie auch die zugeordneten zweiten Schattenventilkegel-Ventile **32** geschlossen.

[0032] Diese Ventilwirkung bei dem Lasthebemodus treibt die beiden Motoren **16** und **18** parallel an, so daß Kraft von beiden Motoren der Kranseilrolle zugeführt wird. Ein relativ großes Ausmaß an mechanischer Kraft wird erzeugt, um die Last zu heben auf Kosten einer relativ geringen Geschwindigkeit.

[0033] Die elektronische Steuerung **40** empfängt ein Signal von einem Drucksensor **42** am Ausgang der Pumpe **12** und öffnet ein Überdruckventil **44**, wenn der Druck eine vorbestimmte Sicherheitsgrenze überschreitet. Alternativ kann ein hydromechanischer Lastsensor zum Einsatz kommen, um einen Überdruckmechanismus bereitzustellen. Andere Drucksensoren **46** sind in den Leitungen platziert, die an die Öffnungen der Motore **16** und **18** angeschlossen sind, um Signale für die elektronische Steuerung **40** bereitzustellen, welche den Druck an diesen Stellen anzeigen.

[0034] Wenn der Kran eine Last absenken soll, führt die Bedienungsperson den Steuerhebel **38** in die Absenkenposition. Die Steuerung **14** spricht an durch Eintreten in den Absenkungsmodus, bei welchem elektrische Energie an die Spulen nur des zweiten und des vierten Steuerventils **22** und **24** angelegt wird. Das erste und das dritte Steuerventil **21** und **23**, wie auch ihre zugeordneten ersten und dritten Schattenventilkegel-Ventile **31** und **33** werden geschlossen gehalten.

[0035] Das Öffnen des vierten Steuerventils **24** sendet unter Druck stehendes Hydraulikfluid zur zweiten Öffnung **29** des zweiten Motors **18**. Es ist herauszustellen, daß das vierte Steuerventil **24** nicht mit einem Schattenventilkegel-Ventil versehen ist und lediglich den Aufbau des proportionalen Solenoid-Steuerventils **100** in **Fig. 2** besitzt. Das Öffnen des zweiten Steuerventils **22** erzeugt ein entsprechendes Öffnen des stromaufwärtigen zweiten Schattenventilkegel-Ventils **32** aufgrund der Verbindung ihrer Steuerkammern. Dies stellt einen Weg zur Verfügung durch das zweite Schattenventilkegel-Ventil **32**, damit Fluid aus der ersten Öffnung **28** des zweiten Motors **18** austreten kann, um in die zweite Öffnung **27** des ersten Motors **16** einzutreten. Dieses Fluid tritt aus der ersten Öffnung **26** des ersten Motors **16** aus und fließt durch das zweite Steuerventil **22** zum Tank **14**. Somit sind die beiden Motore **16** und **18** in Reihe geschaltet, was dazu führt, daß die Seilrolle relativ schnell angetrieben wird, d. h. schneller als wenn die Motoren parallel angeschlossen wären. In Reihe angeschlossene Motoren legen weniger Kraft an die Last an als parallel geschaltete Motoren. Aber dies ist

akzeptierbar, da die Schwerkraft das Absenken der Hebekranlast unterstützt.

[0036] Das Schattenbemessungskonzept ist ein Verfahren, um eine höhere Flußfähigkeit für einen vorgegebenen Ventilkegel und eine Solenoidgröße bereitzustellen. Beispielsweise besitzt unter Bezugnahme auf **Fig. 3** ein Zylinder **202** eine ungleiche Kolbenfläche zwischen den Kolbenstangen- und -Kopfsseiten **204** bzw. **206**. Der Unterschied der Fläche diktiert einen Unterschied des Flusses in jede Kammer des Zylinders **202** hinein, um die gleiche relative Geschwindigkeit der Kolbenbewegung in beiden Richtungen zu erzielen. Darüber hinaus kann das Ausmaß des Flusses auf der Kopfseite **206**, welches erforderlich ist, um den Kolben mit einer wirksamen Geschwindigkeit zu bewegen, ein relativ großes Steuerventil erforderlich machen. Es kann bei manchen Installationen nicht praktisch sein, ein einziges Steuerventil vorzusehen, welches groß genug ist. Somit ist der Zylinder **202** angeschlossen an den neuen Hydraulikkreis **200**, der betätigt wird durch eine Steuerung **240** in Abhängigkeit von einem Steuerhebelmechanismus **238**.

[0037] Der Zylinder **202** ist an vier Proportionalsteuerventile **221–224** angeschlossen, die jeweils mit einer Pumpe **212** und einem Tank **214** verbunden sind. Das erste Proportionalsteuerventil **221** und sein erstes Schattenventilkegel-Ventil **231** sind parallel zueinander angeschlossen und an einen gleichen Betrieb gebunden. In einer ähnlichen Weise ist ein zweites Schattenventilkegel-Ventil **232** parallel zu dem zweiten Proportionalsteuerventil **222** angeschlossen und an einen gleichen Betrieb gebunden. Da somit ein größerer Fluß erforderlich ist wegen des größeren Volumens der Zylinderkammer auf der Kolbenseite **206**, besitzen die Ventile, die den Fluß des Fluids auf diese Seite des Kolbens hinein und aus dieser heraus steuern, Schattenventilkegel-Ventile. Das dritte und vierte Proportionalsteuerventil **223** und **224** erfordern bei diesem hydraulischen Kreis **200** keine Schattenventilkegel-Ventile.

[0038] Die **Fig. 4** erläutert die Details des ersten Proportionalsteuerventils **221** und dessen zugeordnetem Schattenventil **231** mit dem Verständnis, daß das zweite Proportionalsteuerventil **222** und dessen zugeordnetes Schattenventil **232** die gleiche Komponentenanzordnung einsetzen. Das Proportionalsteuerventil **221** besitzt den gleichen Aufbau wie dies zuvor beschrieben wurde in Bezug auf das Proportionalsteuerventil **100**, welches in **Fig. 2** gezeigt ist. Im besonderen besitzt das Proportionalsteuerventil **221** eine Einlaßöffnung **250** und eine Auslaßöffnung **252**, wobei der Fluß hierzwischen gesteuert wird durch ein Hauptventilkegel-Ventil **254**. Das Hauptventilkegel-Ventil wird gesteuert durch ein Vorsteuerventilkegel-Ventil **256**, welches betrieben wird durch einen Solenoidmechanismus **258**.

[0039] Das Proportionalsteuerventil **221** besitzt eine Steuerkammer **260**, die über eine Passage **262** an die Steuerkammer **264** des Schattenventils **231** an-

geschlossen ist. Der Druck in der Steuerkammer **264** bestimmt die Position des Ventilkegels **266** des Schattenventils **231**. Die Position des Ventilkegels **266** steuert den Fluidfluß von einem Einlaß **268** zum Schattenventil **231**, welches über eine Passage an den Einlaß **250** des Proportionalsteuerventils **221** angeschlossen ist. Das Schattenventil **231** besitzt einen Auslaß **270**, der über eine Passage an den Auslaß **252** des Proportionalsteuerventils **221** angeschlossen ist. Somit ist das Schattenventil **231** parallel angeschlossen zum Hauptventil des Proportionalsteuerventils **221**.

Patentansprüche

1. Hydraulikventilanordnung (**10**) mit einem Hauptsteuerventil (**100**) mit einem Hauptventil-Ventilkegel (**114**), welcher gleitend innerhalb einer ersten Bohrung (**106**) zum Steuern des Flusses eines Fluids zwischen einem ersten Einlaß (**108**) und einem ersten Auslaß (**110**) angeordnet ist und eine erste Steuerkammer (**118**) auf einer von dem ersten Auslaß beabstandeten Seite des Hauptventilkegels ausbildet, und einem wahlweise bewegbaren Vorsteuer-Ventilkegel (**134**), welcher in den Hauptventil-Ventilkegel (**114**) eingreift und dessen Bewegung steuert; und gekennzeichnet durch, ein Schattenventil (**150**), welches einen Schatten-Ventilkegel (**152**) aufweist, der gleitbar innerhalb einer zweiten Bohrung (**154**) zum Steuern des Flusses eines Fluids zwischen einem zweiten Einlaß (**158**) und einem zweiten Auslaß (**156**) angeordnet ist, eine zweite Steuerkammer (**162**), welche auf einer von dem zweiten Auslaß beabstandeten Seite des Schatten-Ventilkegels ausgebildet ist, und eine fluidleitende Verbindung zwischen der zweiten Steuerkammer und der ersten Steuerkammer (**118**); wobei eine Bewegung des Vorsteuer-Ventilkegels (**134**) einen Druck in der ersten Steuerkammer (**118**) und in der zweiten Steuerkammer (**162**) beeinflusst und dadurch eine entsprechende Bewegung des Schatten-Ventilkegels (**152**) und des Hauptventil-Ventilkegels (**115**) erzeugt.

2. Hydraulikventilanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptventil-Ventilkegel (**114**) einen Vorsteuerkanal (**120**) aufweist, welcher sich zum ersten Auslaß (**110**) erstreckt; und daß der Vorsteuer-Ventilkegel (**134**) den Vorsteuerkanal wahlweise öffnet und schließt.

3. Hydraulikventilanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß diese ferner einen Einlaßkanal (**122**) aufweist, welcher sich vom ersten Einlaß (**108**) zur ersten Steuerkammer (**118**) erstreckt.

4. Hydraulikventilanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß diese ferner einen Ventilkörper (**102**) aufweist, in dem die erste Bohrung (**106**) und die zweite Bohrung (**154**) ausgebildet sind.

5. Hydraulikventilanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß diese ferner folgendes aufweist,
einen ersten Kanal (**Fig. 3**), welcher den ersten Einlaß (**108**) mit dem zweiten Einlaß (**158**) verbindet; und
einen zweiten Kanal (**Fig. 3**), welcher den ersten Auslaß (**110**) mit dem zweiten Auslaß (**156**) verbindet.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

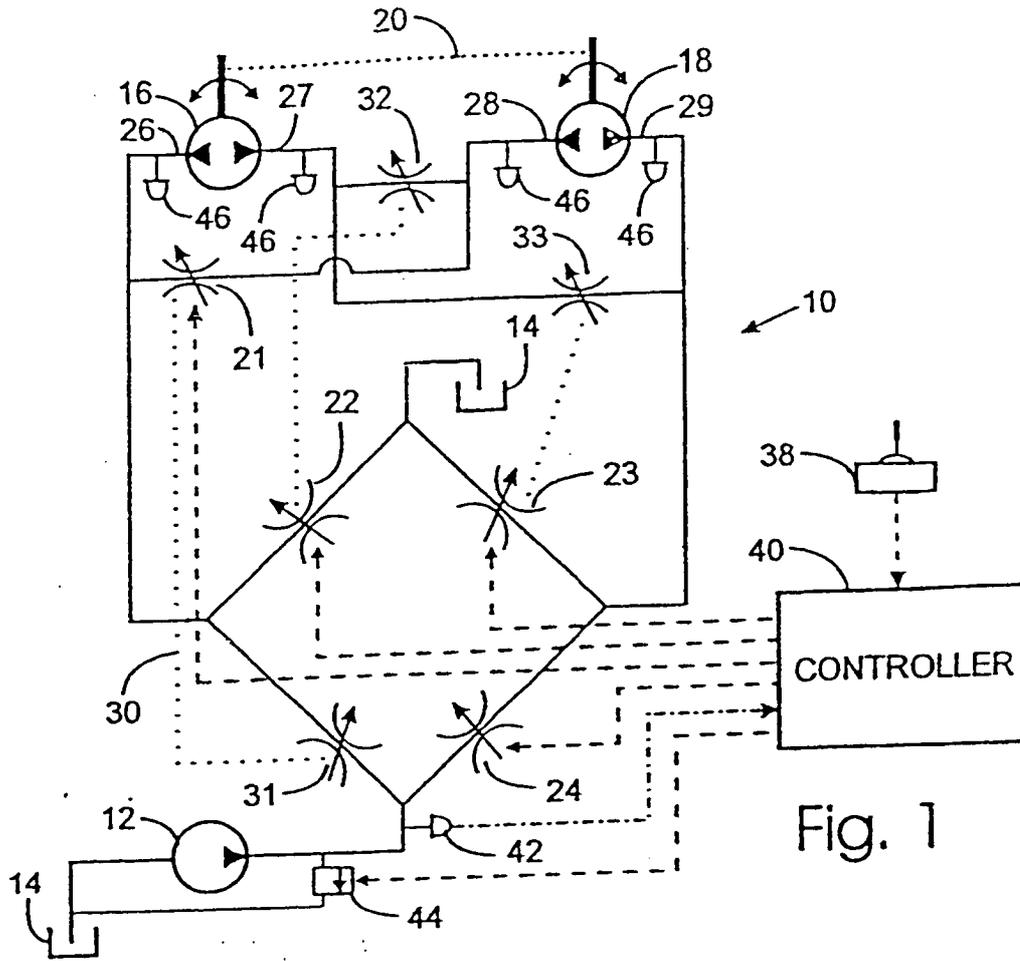


Fig. 1

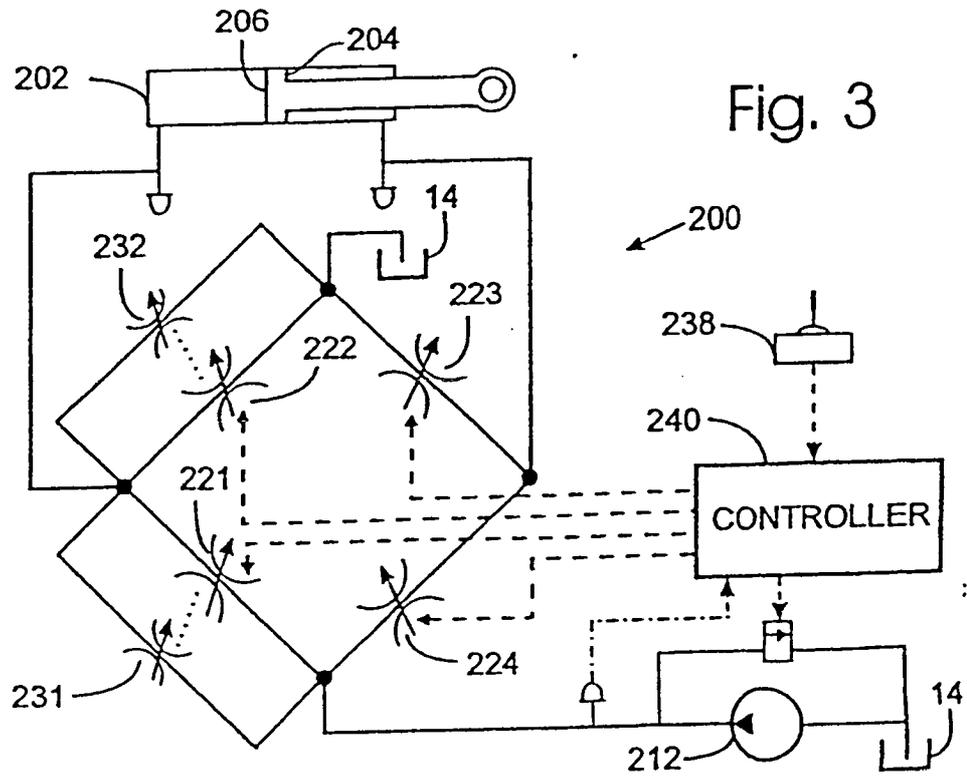


Fig. 3

