



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 718 504 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
26.06.1996 Patentblatt 1996/26

(51) Int. Cl.⁶: F15B 13/01

(21) Anmeldenummer: 95118187.4

(22) Anmeldetag: 18.11.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: 23.12.1994 DE 4446144

(71) Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH
70442 Stuttgart (DE)

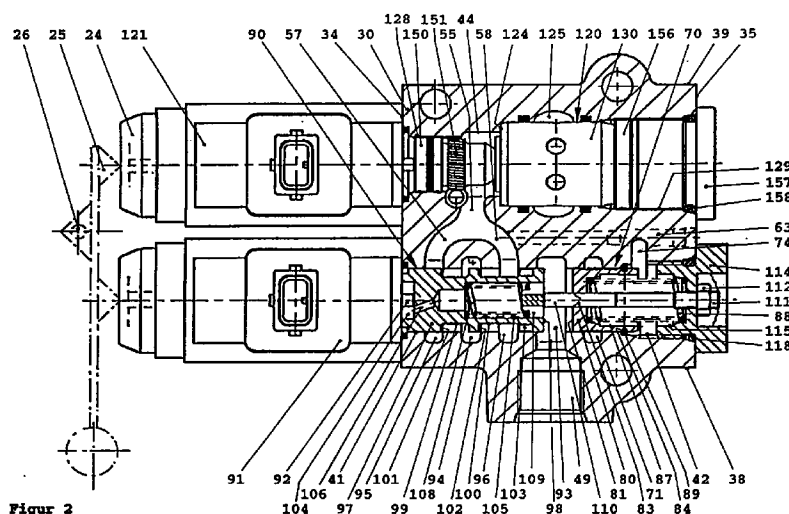
(72) Erfinder:
• Sandau, Hartmut, Dipl.-Ing.
D-71701 Schwieberdingen (DE)

- Schumacher, Werner, Dipl.-Ing.
D-71679 Asperg (DE)
- Hesse, Horst, Dr. Dr. Ing.
D-70195 Stuttgart (DE)
- Trucksess, Rainer, Dipl.-Ing. (FH)
D-71665 Vaihingen/Enz (DE)
- Lueues, Holger, Dipl.-Ing.
D-71665 Vaihingen/Enz (DE)

(54) Hydraulische Steuervorrichtung in Monoblockbauweise

(57) Die Erfindung betrifft eine hydraulische Steuervorrichtung in Monoblockbauweise zum Heben und Senken einer Last mit mindestens zwei elektromagnetisch betätigbaren Proportionalwegeventilelementen und einer Druckwaage als Eingangelement zum lastunabhängigen Heben der Last, wobei die Elemente zumindest teilweise in einem Gehäuse angeordnet sind, das mindestens einen Pumpenanschluß, mindestens einen Verbraucheranschluß und mindestens einen Rücklaufanschluß aufweist. Die Proportionalwegeventilelemente sind parallel zueinander angeordnet, wobei die elektromagnetischen Antriebe auf gleicher Höhe nebeneinander sitzen. Die Druckwaage sitzt koaxial neben dem ersten Proportionalwegeventilelement. Letzteres ist mit

dem zweiten Proportionalwegeventilelement über einen Verbindungskanal verbunden, der sich im Bereich zwischen den Ventilelementen in zwei einzelne Kanalabschnitte aufteilt, wobei beide Kanalabschnitte die Bohrung zur Lagerung und Führung des Längsschiebers des ersten Proportionalwegeventilelementes schneiden und auf je eine einen Rücklaufkanal versperrbare Steuerkante des Längsschiebers treffen. Der Ventilblock hat ein kleines Bauvolumen. Die Proportionalwegeventilelemente sind in ihrer Kombination durch eine entsprechende hydraulische Verschaltung und eine ausgewählte elektrische Beschaltung für sehr kurze Ansprechzeiten ausgelegt.



EP 0 718 504 A2

Beschreibung

Stand der Technik:

Die Erfindung geht von einer hydraulischen Steuerung in Monoblockbauweise zum Heben und Senken einer Last aus, die aus mindestens zwei elektromagnetisch betätigbaren Proportionalwegeventilelementen und einer Druckwaage als Eingangselement zum last-unabhängigen Heben der Last besteht, wobei die Elemente zumindest teilweise in einem Gehäuse angeordnet sind, das mindestens einen Pumpenanschluß, mindestens einen Verbraucheranschluß und mindestens einen Rücklaufanschluß aufweist.

In der Regel werden bei solchen Steuervorrichtungen in Monoblockbauweise die Antriebe, Betätigungselemente und Anschlüsse an fast allen Gehäuseseiten des Monoblocks angeordnet. Dabei ergeben sich nach dem Anbau der Antriebe und Anschlüsse trotz kompakter Bauweise Ventilblöcke mit großen Außenabmessungen, da besonders die Antriebe oft gegenüberliegen oder über Eck angeordnet aus den Monoblockgehäusen herauskragen.

Vorteile der Erfindung:

Die erfindungsgemäße hydraulische Steuervorrichtung ermöglicht bezüglich ihrer Gehäuseabmessungen und der Gesamtgröße des Monoblocks ein kleines Bauvolumen. Die einzelnen Ventilelemente sind eng nebeneinander angeordnet und sitzen teilweise in fertigungsgünstig konstruierten und angeordneten Bohrungen, womit Gewicht und Bearbeitungszeit eingespart werden können. Dazu werden alle Ventiltile in nur zwei Bohrungen untergebracht. In der einen Bohrung sitzt ein Proportionalwegeventilelement zum Heben einer Last neben einer Druckwaage. Die Bohrung ist eine Durchgangsbohrung ohne jede Stufung. In der anderen, zu dieser parallelen Bohrung ist ein Proportionalwegeventilelement zum Senken der zuvor genannten Last neben einem Sitzventil angeordnet. Beide Bohrungen haben die gleiche Länge und enden jeweils nebeneinander an den entsprechenden Stirnseiten des gemeinsamen Gehäuses. Auf einer der Stirnseiten sind direkt nebeneinander die elektromagnetischen Antriebe angeordnet, wodurch die Antriebe mit einfachen Mitteln auch mechanisch ansteuerbar sind. Die Steuervorrichtung umfaßt beispielsweise ein einfaches Gußgehäuse, das nur wenige Verschraubungen benötigt.

Des weiteren sind die Proportionalwegeventilelemente in ihrer Kombination durch eine entsprechende hydraulische Verschaltung und eine ausgewählte elektrische Beschaltung für sehr kurze Ansprechzeiten ausgelegt. Bezüglich der hydraulischen Verschaltung befindet sich zwischen den Proportionalwegeventilelementen ein sich in zwei Kanalabschnitte aufteilender Verbindungskanal, der sowohl beim Heben als auch beim Senken der Last durchströmt wird. Die beiden Kanalabschnitte stehen über zwei Steuerkanten des

Längsschiebers des Ventilelements zum Heben der Last mit dem Rücklauf in Verbindung. Da sich der Rücklaufstrom aufteilt, kommt der Längsschieber mit einem kleineren Hub aus.

Im Ventilelement zum Senken der Last befindet sich zur Dämpfung der Senkenfunktion eine Steueröldrossel. Über diese Steueröldrossel wird das zur Einleitung der Schließbewegung erforderliche Druckmittel geleitet. Koaxial neben dem Ventilelement zum Senken der Last ist ein Sperrventil angeordnet, das während der Schließphase des Ventilelements hydraulisch zur Steueröldrossel parallel geschaltet ist. Das Sperrventil sitzt in Form einer Ventiltrone unmittelbar hinter dem Ventilelement in der gleichen Bohrung. Die Querschnittsvergrößerung aufgrund der Parallelschaltung beschleunigt die Schließbewegung des Ventilelements erheblich, so daß es seine Funktion als ein den Verbraucheranschluß absperrendes Rückschlagventil besser und schneller ausführen kann.

Das Proportionalwegeventilelement zum Senken der Last steht über ein Lastmeldesystem mit der Druckwaage hydraulisch in Verbindung. Der elektromagnetische Antrieb dieses Ventilelements wird zur Beschleunigung der Schließbewegung der Druckwaage, während der Betätigung des elektromagnetischen Antriebs des anderen Ventilelements zum Heben der Last, nach dessen Sperrung des Rücklaufs, zumindest kurzzeitig bestromt. Dadurch beschleunigt ein großer Volumenstrom in einer kurzen Zeitspanne die Schließbewegung der Druckwaage.

Zeichnungen:

Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung zweier vereinfacht dargestellter Ausführungsformen:

Figur 1: Hydraulikschaltplan für eine Steuervorrichtung mit elektromagnetisch betätigten Proportionalwegeventilelementen und einer Druckwaage;

Figur 2: Schnitt durch eine Steuervorrichtung nach Figur 1;

Figur 3: Unteransicht der Steuervorrichtung nach Figur 2;

Figur 4: Schnitt durch eine Steuervorrichtung nach Figur 1 mit einem zusätzlichen Sitzventil;

Figur 5: Strombeaufschlagung der elektromagnetischen Antriebe.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele:

Der in Figur 1 dargestellte Hydraulikschaltplan zeigt einen prinzipiellen Aufbau einer Steuervorrichtung für ein OC-Hydrauliksystem mit zwei elektromagnetisch

betätigbaren Proportionalwegeventilelementen (90, 120) und einer Druckwaage (70). Die Steuervorrichtung dient der Ansteuerung eines einfach wirkenden Hydraulikzylinders, der beispielsweise Teil einer selbstfahrenden Arbeitsmaschine ist, wie dies beim Kraftheber einer elektrohydraulischen Hubwerksregleinrichtung der Fall ist.

Beide Proportionalwegeventilelemente (90) und (120) sind drosselnde Wegeventile, deren Längsschieber außer den beiden Endstellungen stufenlos beliebige Zwischenstellungen einnehmen können. Sie haben auf ihrer linken Seite je einen Proportionalmagneten (91, 121) und auf ihrer rechten Seite je eine Rückstellfeder (108, 155). Das erste Proportionalwegeventilelement (90) ist ein 3/2-Wegeventil und das zweite (120) ein 2/2-Wegeventil, wobei beide über eine Verbindungsleitung (13) hintereinandergeschaltet sind, so daß der Druckmittelstrom Pumpe/Verbraucher in beiden Richtungen über beide Wegeventile fließt. Das 3/2-Wegeventil steuert den Druckmittelstrom von der Pumpe zum Verbraucher, einen einfach wirkenden Hydraulikzylinder zum Heben einer Last. Das Proportionalwegeventilelement (90) wird daher im folgenden Hebenmodul genannt. Das 2/2-Wegeventil steuert den vom einfach wirkenden Hydraulikzylinder unter Last zum Tank zurücklaufenden Druckmittelstrom. Das zweite Proportionalwegeventilelement (120) wird folglich als Senkenmodul bezeichnet. Es ist in Sitzventilbauart ausgebildet und arbeitet zudem als ein die Last absicherndes Rückschlagventil.

Zwischen dem Pumpenanschluß (49) und dem Hebenmodul (90) ist in einem Nebenzweig (10) die Druckwaage (70) angeordnet, die bei einem Neutralumlauf geöffnet ist und den nicht benötigten Druckmittelstrom nahezu ungedrosselt in die Rückaufleitung (16) leitet. An der Druckwaage (70) ist neben der Regelfeder (88) eine Lastmeldeleitung (12) angeschlossen, die von der Verbindungsleitung (13) abzweigt.

Zum Heben einer Last wird der Proportionalmagnet (91) des Hebenmoduls (90) bestromt. Der Rücklauf wird gesperrt und Druckmittel wird über das Hebenmodul (90), die Verbindungsleitung (13) und das Rückschlagventil (21) des Senkenmoduls (120) zum Verbraucheranschluß (50) geleitet. Hierbei wird über die Lastmeldeleitung (12) die Druckwaage (70) auf ihrer federbelasteten Seite beaufschlagt, womit der Pumpenstrom entsprechend dem am Verbraucheranschluß (50) anliegenden Lastdruck angedrosselt wird und ein an sich bekanntes lastdruckunabhängiges Heben erreicht wird.

Zum Senken einer Last wird bei einem in der Regel unbestromten Proportionalmagnet (91) der Proportionalmagnet (121) des Senkenmoduls (120) aktiviert. Das Druckmittel fließt vom Verbraucheranschluß (50) über die beiden Module (120, 90) und die Rückaufleitung (17) zum Rücklaufanschluß (52).

In Figur 2 wird die realisierte Steuervorrichtung im teilweisen Längsschnitt gezeigt. Sie hat ein im wesentlichen quaderförmiges - hier vereinfacht dargestelltes - Gehäuse (30) mit zwei annähernd quadratischen, ebenen Flächen, die hier als Ober- und Unterseite (31) und

(33), vgl. Figur 3, bezeichnet sind, in der Praxis aber in einem zusammengeflanschten Block auch eine andere Lage einnehmen können. In der feinbearbeiteten Unterseite sind ein Verbraucheranschluß (50) und zwei langlochförmige Rücklaufkanäle (65) und (66) angeordnet. Die Rücklaufkanäle münden in einen Langlochflansch (36). Der Verbraucheranschluß (50) und der Langlochflansch (36) weisen jeweils zur Unterseite hin je eine Ausnehmung auf, die der Aufnahme je eines Dichtrings (37) und (37') dient. Ferner sind drei Befestigungsbohrungen (69, 69', 69'') zu sehen, die senkrecht zur Unterseite (33) das Gehäuse (30) durchdringen.

Die senkrecht zur Schnittfläche ausgerichteten Seitenflächen (34, 35, 38, 39) haben jeweils einen rechteckigen Umriß. Die Vorder- (34) und die Rückseite (35) sind ebene, feinbearbeitete Flächen. An der Vorderseite sind die beiden Proportionalmagnete (91) und (121) angeflanscht. Ihnen gegenüber sitzen in der Rückseite (35) die Verschlussschrauben (114) und (157) für die Bohrungen (41, 42) und (44). Die beiden anderen Seitenflächen (38) und (39) haben Ausbuchtungen, die um die Befestigungsbohrungen (69, 69') gebildet sind. Außerdem weist die in Figur 3 oben liegende Seitenfläche (38) einen Stutzen zur Aufnahme des Pumpenanschlusses (49) auf.

Nach Figur 2 geht der mit einem Innengewinde versehene Pumpenanschluß (49) im Gehäuse (30) in einen Zulauftringkanal (93) über. Der Ringkanal (93) durchdringt eine zylindrische Durchgangsbohrung (41), die sich von der Vorderseite (34) bis zur Rückseite (35) erstreckt. Im linken Bereich der Durchgangsbohrung (41) sitzt der Längsschieber (97) des Hebenmoduls (90). Dort treffen auf die Durchgangsbohrung (41) drei weitere Kanäle (94, 95, 96). Der mittlere (94) ist ein Rücklauftringkanal, der auf den in die Unterseite (33) ausgebildeten Rücklaufkanal (65) mündet. Beidseits von diesem Rücklauftringkanal (94) befinden sich die beiden Ringkanäle (95) und (96), an die die beiden Kanalabschnitte (57) und (58) angeschlossen sind, die sich wiederum zum Verbindungskanal (55) vereinigen.

Der Längsschieber (97) des Hebenmoduls (90) verbindet entweder - im unbetätigten Zustand - den Verbindungskanal (55) mit dem Rücklauftringkanal (94) oder - im betätigten Zustand - mit dem Zulauftringkanal (93) hinter dem Pumpenanschluß (49). Dazu weist die zylindrische Außenkontur des Längsschiebers (97) die beiden Ringnuten (99) und (100) auf. Die rechte Ringnut (100), die u.a. den Zulauftringkanal (93) mit dem Ringkanal (96) verbinden kann, geht im Bereich ihres rechten Wellenbundes in Feinststeuerkerben (103) über, die im Zusammenhang mit der Druckwaage (70) die Funktion einer Meßdrossel haben. Die Öffnungsquerschnitte der Feinststeuerkerben (103) verringern sich in Richtung Zulauftringkanal (93), ohne ihn jedoch - bei unbestromtem Proportionalmagnet (91) - zu erreichen. Die Feinststeuerkerben (103) sind hier beispielsweise Rundkerben.

Die linke Wandung der rechten Ringnut (100) bildet eine von zwei Steuerkanten (101) und (102) am Längsschieber (97) die den Rücklauf vom Verbindungskanal

(55) in den Rücklauftringkanal (94) steuert. Die andere Steuerkante (101) ist die linke Wandung der linken Ringnut (99). Sie öffnet oder verschließt den Weg vom Kanalabschnitt (57) zum Rücklauftringkanal (94). Die rechte Wandung der Ringnut (99) befindet sich über den gesamten Hub des Längsschiebers (97) im Bereich des Rücklauftringkanals (94) und verschließt diesen nicht.

Am linken Rand der Außenkontur des Längsschiebers (97) befindet sich im Bereich des Dichtrings zwischen dem Proportionalmagnet (91) und dem Gehäuse (30) ein Einstich. Unterhalb dieses Einstichs weist der Längsschieber eine zylindrische Vertiefung (104) auf, an deren Grund der Ankerstößel (92) des Proportionalmagneten (91) ansteht.

Von der rechten Stirnseite (98) her ist der Längsschieber (97) gestuft aufgebohrt. Der rechte Bereich der Stufenbohrung (105) dient der Führung der Rückstellfeder (108). Der linke Bereich hat einen kleineren Durchmesser und verbindet über eine schräg verlaufende Ausgleichsbohrung (106) die Stufenbohrung (105) mit der Vertiefung (104). Der Übergang vom rechten zum linken Bereich der Stufenbohrung bildet ein ebener Gehäusebund, auf dem sich die Rückstellfeder (108) abstützt.

Das andere Ende der Rückstellfeder (108) liegt an einem abgestuften Federteller (109) an. Der Federteller (109) ist im Querschnitt sternförmig ausgebildet, um für den Druckausgleich am Längsschieber (97) das Druckmittel ungedrosselt passieren zu lassen. Er sitzt auf einer Stange (110), die sich nach rechts zentral in der Durchgangsbohrung (41) erstreckt. Die Stange (110) ragt in einen rechts neben dem Längsschieber (97) angeordneten, topfförmigen Druckwaagenkolben (80) hinein, um dort auf einen Gewindestift (111) zu stoßen. Hierbei ist die Stange (110) in einer Bohrung in der Stirnseite (81) des Druckwaagenkolbens (80) dichtgleitend geführt. Da der in Längsrichtung ortsfeste Federteller (109) zusammen mit der Stange (110) in den zwei längsbeweglichen Ventiltteilen (97) und (80) gelagert ist, ist die äußere Hüllkontur des Federtellers (109) ballig ausgeführt. Auf diese Weise wird ein gegenseitiges Verkanten zwischen dem Längsschieber (97) und der Stange (110) vermieden.

Der Gewindestift (111) erstreckt sich in der Verlängerung der Stange (110) und endet in der Verschlußschraube (114). Um den Gewindestift (111) in der Längsrichtung verstellen zu können, weist die Verschlußschraube (114) ein Innengewinde auf, in dem dieser eingeschraubt sitzt. Um die Baulänge der Steuervorrichtung kurz zu gestalten, hat der Kopf der Verschlußschraube (114) eine zylindrische Vertiefung, die der Aufnahme einer Kontermutter (112) dient. Zum Verstellen und Kontern des Gewindestifts (111), weist dieser an seinem äußeren freien Ende einen Innensechskant auf.

Die Durchgangsbohrung (41) geht an ihrem rechten Ende in eine Verschlußschraubenbohrung (42) über. Im Innengewinde der Bohrung (42) ist die Verschlußschraube (114) befestigt. Ein im Bereich zwischen Kopf und Gewinde sitzender Dichtring (118) dichtet die Verschlußschraubenbohrung (42) nach außen ab.

In der Durchgangsbohrung (41) sitzt zwischen der Verstellerschraube (114) und dem Längsschieber (97) dichtgleitend der Druckwaagenkolben (80). Letzterer hat eine zylindrische Außenkontur, die an ihrem rechten Ende einen Halbrundeinstich (84) aufweist, in den ein Federring (89) eingesetzt ist. Der Federring (89) liegt - beispielsweise bei druckmittelfreier Steuervorrichtung - an einem als Anschlag dienenden inneren Gehäusebund an, der zwischen der Durchgangsbohrung (41) und der im Durchmesser größeren Verschlußschraubenbohrung (42) gebildet ist. Den rechten Anschlag für den Druckwaagenkolben (80) bildet die Verschlußschraube (114). Am linken Rand der Außenkontur befinden sich mehrere auf dem Umfang verteilte Feinsteuerkerben (83), die von der linken Stirnseite (81) her in den Druckwaagenkolben (80) eingearbeitet sind.

Hinter dem Halbrundeinstich (84) ist der Druckwaagenkolben (80) angefast. Im Bereich vor dem Federring (89) trägt er eine Reihe von Entlastungsnuten.

In den Druckwaagenkolben (80) ist von seiner rechten Stirnseite her eine Führungsbohrung (87) zur Aufnahme der Regelfeder (88) eingearbeitet. Die Führungsbohrung (87) ist in ihrem Grund verengt, um die Regelfeder (88) radial zu fixieren. Eine Bohrung (115) mit einer vergleichbaren Kontur befindet sich auch in der linken Stirnseite der Verstellerschraube (114).

Im Bereich der Druckwaage befinden sich im Gehäuse (30) zwei Kanäle (71) und (74). Benachbart zum Zulauftringkanal (93) liegt ein Rücklauftringkanal (71). Die Verbindung vom Zulauftringkanal (93) zum Rücklauftringkanal (71) ist beispielsweise beim Heben einer Last - nach dem Erreichen des Lastdruckes - durch den Druckwaagenkolben (80) mehr oder weniger vollständig geschlossen, während sie bei Neutralumlauf voll geöffnet ist.

Zwischen dem Rücklauftringkanal (71) und der Verstellerschraube (114) ist ein Lastmeldekanal (74) angeordnet. Er steht mit dem Kanalabschnitt (58) über eine zur Durchgangsbohrung (41) parallele Lastmeldebohrung (63) in Verbindung.

Auf der Höhe der Lastmeldebohrung (63) liegt die Stelle, an der sich der Verbindungskanal (55) in die beiden Kanalabschnitte (57) und (58) aufteilt. Innerhalb der in Figur 2 und 4 dargestellten Schnittfläche haben die beiden Kanalabschnitte zur Verbindung der beiden Ringkanäle (95) und (96) eine strömungsgünstige, u-förmige Kontur. Am Verbindungsabschnitt zwischen den beiden U-Schenkeln vereinigen sich die Kanalabschnitte (57) und (58) mit dem Verbindungskanal (55). Letzterer führt annähernd senkrecht in den Bereich des Senkenmoduls (120).

Das Senkenmodul (120) hat eine das Gehäuse (30) durchquerende Stufenbohrung (44), die parallel zur Durchgangsbohrung (41) des Hebenmoduls (90) ausgerichtet ist. Die Stufenbohrung (44) ist links - wie auch im Hebenmodul - durch den Proportionalmagnet (121) und rechts durch eine Verschlußschraube (157) mit Innensechskant und zwischen Kopf und Gewinde angeordnetem Dichtring (158) druckmitteldicht verschlossen.

Im mittleren Bereich der Stufenbohrung (44) sitzt eine Ventilbüchse (130), die zwei ineinandergeschachtelte Längsschieber aufnimmt. Die Ventilbüchse (130) ist in der Stufenbohrung (44) zwischen einem linken Gehäusebund (124) und einem rechts angeordneten Schraubring (156) mit einem innenliegenden, durchgehenden Innensechskant axial gesichert. Der rechte Bereich der Stufenbohrung (44) ist dazu mit einem Innengewinde (129) versehen.

Die Ventilbüchse (130) wird von einem Verbraucherringkanal (125) umgeben, der mit dem in Figur 3 gezeigten Verbraucheranschluß (50) hydraulisch in Verbindung steht. Links neben der Ventilbüchse (130) sitzt eine Einstellschraube (150) in dem Innengewinde (128). Im Bereich dieser Einstellschraube (150) mündet der Verbindungskanal (55) in die Stufenbohrung (44).

Die Einstellschraube (150) - mit Ausnahme einer auf ihr angeordneten Verzahnung (151) - und die Ventilbüchse (130) mit ihren beiden Längsschiebern ist aus der DE 41 40 604 A1 bekannt. In Figur 4 sind diese Bauteile geschnitten gezeigt.

Das Senkenmodul (120) ist in Sperrstellung dargestellt. Das Druckmittel, das am Verbraucherschluß (50), bzw. in Figur 4 am Anschluß (51), und damit am Verbraucherringkanal (125) ansteht, kann nicht in den Verbindungskanal (55) strömen. Der in der Ventilbüchse (130) direkt gelagerte Längsschieber, der Hauptsteuerschieber (140), steht mit seinem Hauptventilkegel (141) am Hauptventilsitz (132) der Ventilbüchse (130) an. Seine - an seinem linken Ende angeordneten - Hauptsteuerkerben (142) liegen verdeckt unter dem Zylindersitz (133) neben einem Ringraum (134). Um den Hauptsteuerschieber (140) auf dem Hauptventilsitz (132) zu halten, steht auf seiner rechten Stirnseite in einem Druckraum (135) Druckmittel an. Dorthin gelangt das Druckmittel aus dem Verbraucherringkanal (125) über Radialbohrungen (131) in der Ventilbüchse (130), sowie im Hauptsteuerschieber über eine Drosselbohrung (144) und eine daran anschließende Längsbohrung (145). Die Längsbohrung (145) durchdringt mit ihrem Bohrungsgrund eine Steuernut (143). Die Anpreßkraft wird vermindert durch die entgegengesetzt wirkende Kraft aufgrund des im Bereich der Außenkontur des Hauptsteuerschiebers (140) zwischen Hauptventilkegel (141) und Entlastungsnoten anstehenden Druckes.

Das Senkenmodul (120) öffnet mit der Bestromung des Proportionalmagneten (121). Sein Ankerstößel (122) schiebt den inneren Längsschieber, einen Vorsteuerschieber (147) geringfügig nach rechts. Dadurch gelangen seine Vorsteuerkerben (149) unter die Steuernut (143) des Hauptsteuerschiebers (140). Gleichzeitig hebt sein weiter links angeordneter Ventilkegel (148) von seinem im Hauptsteuerschieber (140) korrespondierenden Ventilsitz (146) ab. Der Druckraum (135) steht nun über die Längsbohrung (145), die Steuernut (143), die Vorsteuerkerben (149), den Ventilsitz (146) und den Verbindungskanal (55) mit dem Rücklauftringkanal (94) in Verbindung. In Abhängigkeit vom Öffnungsquerschnitt der Vorsteuerkerben (149) sinkt der Druck im Druckraum

(135). Der dortige Druck stellt sich entsprechend dem Verhältnis des Querschnitts der Drosselbohrung (144) und dem Öffnungsquerschnitt der Vorsteuerkerben (149) ein. Fällt bei entsprechend weit nach rechts geschobenem Vorsteuerschieber (147) der Druck im Druckraum (135) so weit, daß die vom Druckmittel auf den Hauptsteuerschieber (140) im Bereich unterhalb der Radialbohrungen (131) nach rechts ausgeübte Kraft überwiegt, wird der Hauptsteuerschieber (140) ebenfalls nach rechts verschoben. Der Hauptventilkegel (141) hebt vom Hauptventilsitz (132) ab und die Hauptsteuerkerben (142) gelangen in den Bereich des Ringraumes (134). Das Druckmittel strömt, vom Verbraucher kommend, zwischen der Ventilbüchse (130) und dem Hauptsteuerschieber (140) in Richtung Verbindungskanal (55). Der Hauptsteuerschieber (140) eilt durch seine Öffnungsbewegung dem Vorsteuerschieber (147) nach, wodurch der Öffnungsquerschnitt an den Vorsteuerkerben (149) kleiner wird. Damit kann sich im Druckraum (135) über die Drosselbohrung (144) ein höherer Druck aufbauen. Folglich wird die Öffnungsbewegung des Hauptsteuerschiebers (140) gebremst, bis sich ein Gleichgewichtszustand einstellt.

Bewegt sich der Ankerstößel (122) nach links, folgt ihm aufgrund einer in der Einstellschraube (150) integrierten Rückstellfeder (155) der Vorsteuerschieber (147). Die Rückstellfeder (155) stützt sich am Vorsteuerschieber (147) und an der Einstellschraube (150) ab. Bei der Bewegung des Vorsteuerschiebers (147) werden die Vorsteuerkerben (149) verschlossen. Der Druck im Druckraum (135) steigt. Der Hauptventilkegel (141) legt sich am Hauptventilsitz (132) an. Das Senkenmodul (120) sperrt. Das Proportionalwegeventilelement (120) arbeitet somit nach Art einer Folgesteuerung.

Um die Vorspannkraft der Rückstellfeder (155) bei montierter Steuervorrichtung einstellen zu können, weist die Einstellschraube (150) im mittleren Bereich ihrer Außenkontur eine Schrägverzahnung (151) auf, in die zumindest zeitweise die Verzahnung einer Einstellschnecke eingreift. Die Einstellschnecke sitzt dazu in einer Einstellbohrung (68), die sich hier von der Vorderseite (34) bis in die Stufenbohrung (44) erstreckt und den Verbindungskanal (55) tangiert. Die Einstellschnecke kann mit Hilfe einer Einstellspindel, deren freies Ende aus dem Gehäuse (30) ragt, oder einem Spezialwerkzeug, das zeitweise mit der Einstellschnecke stirnseitig gekuppelt werden kann, in Drehung versetzt werden. Je nach Drehrichtung der Einstellspindel bzw. der Einstellschnecke wird die Einstellschraube (150) in dem Innengewinde (128) nach rechts oder links geschraubt. Die Länge des Verstellbereiches entspricht weitgehend der Breite der Verzahnung (151) der Einstellschraube (150).

Das Senkenmodul (120), das in der Steuervorrichtung während des Hebens der Last die Funktion eines Rückschlagventils hat, ist aufgrund der hohen Anforderungen an die Feinststeuerbarkeit beim Senken der Last durch die Drosselbohrung (144) relativ stark gedämpft. Diese Dämpfung bremst die Schließbewegung bei der Rückschlagfunktion. Zur Beschleunigung der Schließ-

bewegung beim Lastheben kann der Drosselbohrung (144) ein Sitzventil (160) parallel geschaltet werden.

In Figur 4 ist rechts neben der Ventilbüchse (130) anstelle des Schraubringes (156), vgl. Figur 2, dieses Sitzventil (160) angeordnet. Das Sitzventil hat einen scheibenförmigen Körper mit einem angeformten Sechskant. Der zylindrische Teil seiner Außenkontur trägt ein Gewinde mit eingesetztem Dichtring, mit dem es in den rechten Bereich der Stufenbohrung (44) eingeschraubt ist. Wie der Schraubring (156) aus Figur 2 fixiert es die Ventilbüchse (130). Zwischen dem Boden des Sitzventils, dem rechten Randbereich der Außenkontur der Ventilbüchse (130) und dem Gehäuse (30) ist ein ringförmiger Kanal (161) ausgebildet. Der Kanal (161) steht über eine Schrägbohrung (162) mit dem hier an der Seitenfläche (39) des Gehäuses (30) stutzenförmig angeformten Verbraucheranschlusses (51) in Verbindung.

Das Sitzventil (160) weist eine Längsbohrung (165) auf, an der zur Ventilbüchse (130) hin ein kegelmantelförmiger Ventilsitz ausgebildet ist. Im rechten Teil der Längsbohrung (165) ist ein Schieberkolben (164) gelagert und geführt. Der rechte Abschnitt des Schieberkolbens (164) hat eine zylindrische Form. Daran schließt sich links ein Ventilteller an, der über eine Taille mit dem zylindrischen Abschnitt verbunden ist. Ein Hub des Schieberkolbens (164) nach rechts wird durch den Kontakt zwischen Ventilteller und Ventilsitz begrenzt, während ein Hub nach links durch das Anschlagen eines auf dem Schieberkolben sitzenden Sicherungsringes an der Stirnseite des Sechskants beendet wird. Von der Längsbohrung (165) gehen im Bereich der Taille des Schieberkolbens (164) annähernd sternförmig mehrere Bohrungen (166) weg. Sie enden im Übergangsbereich von Außengewinde und Boden des Sitzventils. Des weiteren ist im Bereich des Sechskants von der Längsbohrung aus eine Ringnut zur Aufnahme eines Dichtrings (167) eingearbeitet. In der Stufenbohrung (44) befindet sich zwischen dem Sitzventil (160) und der Verschlussschraube (157) ein Ringkanal (163), der mit der Lastmeldebohrung (63) in Verbindung steht.

Beim Heben der Last strömt bei bestromtem Proportionalmagnet (91), vgl. auch Figur 2, Druckmittel über den Pumpenanschluß (49), den Zulaufringkanal (93), den Längsschieber (97), und den Verbindungskanal (55) vor die Längsschieber (140) und (147) des Senkenmoduls (120). Um ein ruckfreies Anfahren der Last zu ermöglichen, öffnet der Längsschieber (97) zunächst nur über seine Feinststeuerkerben (103). Sie bilden im Bezug auf die Druckwaage (70) die Meßdrossel. Das Druckmittel fließt auf dem Weg zum Senkenmodul (120) über die Lastmeldebohrung (63) und den Lastmeldekanal (74) auf die Rückseite des Druckwaagenkolbens (80). Folglich bewegt sich dieser nach links und verringert zunehmend den Druckmittelstrom vom Zulaufringkanal (93) zum Rücklaufingkanal (71), bis der am Verbraucheranschluß (50) bzw. (51) anstehende Lastdruck erreicht ist. Beim Heben wird die Rückschlagven-

tilfunktion des Proportionalwegeventilelements (120) ausgenutzt, um die Last abzusichern.

Hierbei liegt das durch die Druckwaage (70) erzeugte Regeldruckgefälle bei dem Schließvorgang nicht nur an den Feinststeuerkerben (103), sondern auch beidseits des Druckwaagenkolbens (80) an. Das dabei vorhandene geringe Druckgefälle, sowie der geringe Volumenstrom, der ggf. durch eine zur Stabilisierung der Bewegung des Druckwaagenkolbens (80) in der Lastmeldebohrung (63) integrierten Drosselstelle zusätzlich verringert wird, bedingt eine langsame Schließbewegung des Druckwaagenkolbens (80). Zur Beschleunigung der Schließbewegung kann beispielsweise kurzzeitig der Proportionalmagnet (121) des Senkenmoduls bestromt werden. In Figur 5 wird dazu die Bestromung der beiden Proportionalmagnete (91) und (121) bei einem Heben und anschließenden Senken der Last in vereinfachter Darstellung gezeigt. Auf der Abszisse ist die Zeit t aufgetragen. Auf dem positiven Ast der Ordinate ist der Strom I_{91} für den Proportionalmagnet (91) und auf dem negativen Ast der Strom I_{121} für den Proportionalmagnet (121) dargestellt. Die Last wird über den Zeitraum t_{91} gehoben und über den Zeitraum t_{121} abgesenkt. Während des Hebevorgangs wird innerhalb des Zeitraums t_{91} nach der Zeit t_1 , in der der Längsschieber (97), vgl. Figur 2, soweit nach rechts geschoben worden ist, daß die Verbindungen von den Kanalabschnitten (57) und (58) zum Rücklaufingkanal (94) gesperrt sind, der Proportionalmagnet (121) für die Zeit t_2 bestromt. Dadurch strömt vom Verbraucheranschluß (50) bzw. (51) Druckmittel unter Lastdruck über den Hauptsteuerschieber (140) und den Verbindungskanal (55), die Lastmeldebohrung (63) und den Lastmeldekanal (74) auf die Rückseite des Druckwaagenkolbens (80). Der dabei in Bewegung gesetzte große Volumenstrom läßt den Druckwaagenkolben (80) den Rücklaufingkanal (71) schnell sperren.

Zum Beenden des Hebens der Last wird der Proportionalmagnet (91) abgeschaltet. Der Längsschieber (97) will sich aufgrund der Rückstellfeder (108) nach links bewegen, um den Weg zwischen dem Zulaufingkanal (93) und dem Kanalabschnitt (58) zu sperren. Das Sperren des Längsschiebers (97) erfolgt bei ungünstigen Bedingungen aber vor dem Sperren des Hauptsteuerschiebers (140) des wegen der Feinststeuerung stark gedämpften Senkenmoduls (120). Bei einem zu langsamen Schließen des Hauptsteuerschiebers (140) fließt vom Verbraucheranschluß (51) das Druckmittel zurück in Richtung Zulaufingkanal (93). Dabei können die Strömungskräfte den Längsschieber (97) beim Schließen stören. Dieses Problem beseitigt das Sitzventil (160). Bei der Hebenfunktion der Steuervorrichtung, wenn also das Senkenmodul (120) als Rückschlagventil arbeitet, ist der Druck in Durchflußrichtung gesehen vor dem Senkenmodul (120) größer als hinter ihm. Aufgrund dieses Druckunterschieds öffnet das Sitzventil (160), das zusätzlich parallel zur Steueröldrossel (144) geschaltet ist und beim Heben der Last den Drosselquerschnitt ver-

größert. Folglich schließt der Hauptsteuerschieber (140) nahezu ungedämpft.

Bei dieser Steuervorrichtung besteht aufgrund der parallelen Anordnung der Module (90) und (120) die Möglichkeit, vor den rückseitigen Enden der beiden Proportionalmagneten (91) und (121) ein Handbedienungselement (25) beispielsweise in einem Schwenkgelenklager (26) zu lagern, vgl. Figur 2. Das Handbedienungselement (25) wirkt jeweils auf die Handnotbetätigungselemente (24) der Proportionalmagnete (91) und (121). Mit dem Handbedienungselement (25) kann manuell wahlweise entweder das Heben- (90) oder das Senkenmodul (120) angesteuert werden.

Da der Hub des Proportionalmagneten (91) sehr kurz ist, wird der vom Senkenmodul (120) kommende Volumenstrom beim Senken auf die beiden Ringkanäle (95) und (96) geteilt und über die zwei Steuerkanten (101) und (102) in den Rücklaufringkanal (94) abgeführt. Hierdurch können relativ große Volumenströme bei einer kompakten und trotzdem einfachen Bauweise beherrscht werden.

Patentansprüche

1. Hydraulische Steuervorrichtung in Monoblockbauweise zum Heben und Senken einer Last mit mindestens zwei elektromagnetisch betätigbaren Proportionalwegeventilelementen und einer Druckwaage als Eingangselement zum lastunabhängigen Heben der Last, wobei die Elemente zumindest teilweise in einem Gehäuse angeordnet sind, das mindestens einen Pumpenanschluß, mindestens einen Verbraucheranschluß und mindestens einen Rücklaufanschluß aufweist, dadurch gekennzeichnet,
 - daß die Proportionalwegeventilelemente (90, 120) parallel zueinander angeordnet sind, wobei die elektromagnetischen Antriebe (91, 121) auf der gleichen Seite und insbesondere auf gleicher Höhe nebeneinander sitzen,
 - daß die Druckwaage (70) koaxial neben dem ersten Proportionalwegeventilelement (90) angeordnet ist,
 - daß das erste Proportionalwegeventilelement (90) mit dem zweiten Proportionalwegeventilelement (120) über einen Verbindungskanal (55) verbunden ist, der sich im Bereich zwischen den Ventilelementen (90) und (120) in zwei einzelne Kanalabschnitte (57) und (58) aufteilt, wobei beide Kanalabschnitte die Bohrung (41) zur Lagerung und Führung des Längsschiebers (97) des ersten Proportionalwegeventilelementes (90) schneiden und auf je eine einen Rücklaufkanal (94) versperrbare Steuerkante (101) und (102) des Längsschiebers (97) treffen.
2. Hydraulische Steuervorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Durchgangsbohrung (41) im Bereich des Längsschiebers (97) Ringkanäle (95) und (96) angeordnet sind, in die die Kanalabschnitte (57) und (58) münden.
3. Hydraulische Steuervorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Kanalabschnitte (57) und (58) parallel von den Ringkanälen (95) und (96) wegführen und im Bereich zwischen den Ventilelementen (90) und (120) zusammenführen, wobei die gedachten Mittellinien der zusammengeführten Kanalabschnitte (57) und (58) einen u-förmigen Verlauf haben.
4. Hydraulische Steuervorrichtung gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbindungskanal (55) zentral auf die Verbindungsstelle zwischen den beiden Kanalabschnitten (57) und (58) trifft, wobei die gedachte Mittellinie des Verbindungskanals (55) annähernd parallel und mittig im Bezug auf die Mittellinien der Kanalabschnitte (57) und (58) ausgerichtet ist.
5. Hydraulische Steuervorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckwaage (70) mit dem ersten Proportionalwegeventilelement (90) koaxial nebeneinander in der Durchgangsbohrung (41) angeordnet ist, wobei der Pumpendruck an den einander zugeordneten Stirnflächen (81) und (98) des Druckwaagenkolbens (80) und des Längsschiebers (97) anliegt.
6. Hydraulische Steuervorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Längsschieber (97) des ersten Proportionalwegeventilelements (90) federbelastet ist, wobei mindestens ein Bauteil (110) zur Verstellung der Federvorspannung und Abstützung der entsprechenden Feder (108) durch eine Bohrung (77) in dem Druckwaagenkolben (80) hindurchgeführt ist.
7. Hydraulische Steuervorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Proportionalwegeventilelement (120) ein zum Verbraucheranschluß (51) hin öffnendes Rückschlagventil ist, dessen Schließbewegung seines Längsschiebers (140) hydraulisch erfolgt, wobei das zur Einleitung der Schließbewegung erforderliche Druckmittel über eine Steueröldrossel (144) geleitet wird.
8. Hydraulische Steuervorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß neben den Längsschiebern (140, 147) des zweiten Proportionalwegeventilelements (120) ein Sperrventil (160) angeordnet ist, das während der Schließphase des Längsschiebers (140) hydraulisch zur Steueröldrossel (144) parallel geschaltet ist.
9. Hydraulische Steuervorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Propor-

tionalwegeventilelement (120) über ein Lastmelde-
system (11, 63, 74) mit der Druckwaage (90)
hydraulisch in Verbindung steht und der elektroma-
gnetische Antrieb (121) dieses Proportionalwege-
ventilelements (120) zur Beschleunigung der 5
Schließbewegung des Druckwaagenkolbens (80),
während der Betätigung des elektromagnetischen
Antriebs (91) des ersten Proportionalwegeventilele-
ments (90), nach dessen Sperrung des Rücklauf-
ringkanals (94) zumindest kurzzeitig bestromt wird. 10

10. Hydraulische Steuervorrichtung gemäß Anspruch
1, dadurch gekennzeichnet, daß der innere Längs-
schieber (147) des zweiten Proportionalwegeventil-
elements (120) mit einer im Gehäuse (30) 15
abgestützten Feder (155) belastet wird, wodurch er
im Sperrzustand an einem Ventilsitz (146) im äußere-
ren Längsschieber (140) anliegt.
11. Hydraulische Steuervorrichtung gemäß Anspruch
10, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorspannung
der Feder (155) mit einer im Gehäuse (30) angeord-
neten Einstellschraube (150) einstellbar ist. 20
12. Hydraulische Steuervorrichtung gemäß Anspruch
10 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß das
Gehäuse (30) im Bereich der Einstellschraube (150)
eine Einstellbohrung (68) aufweist, deren Mittellinie
sich windschief, insbesondere quer mit der Mittelli-
nie der Längsschieber (140, 147) kreuzt, wobei der 25
kürzeste Abstand der beiden Mittellinien dem Achs-
abstand zwischen der Einstellschraube (150) und
einem in der Einstellbohrung (68) einsetzbaren Ein-
stellrad entspricht. 30

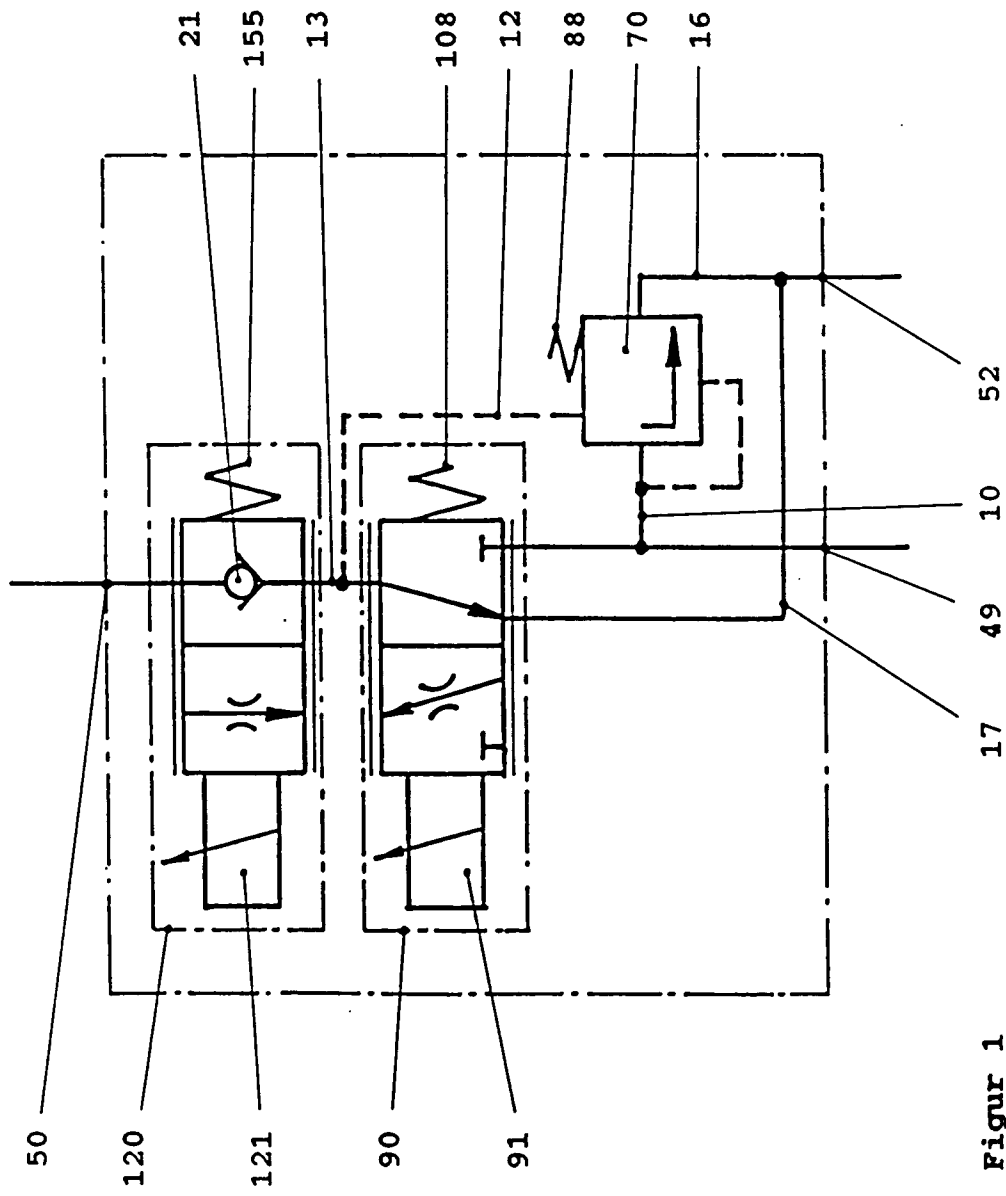
35

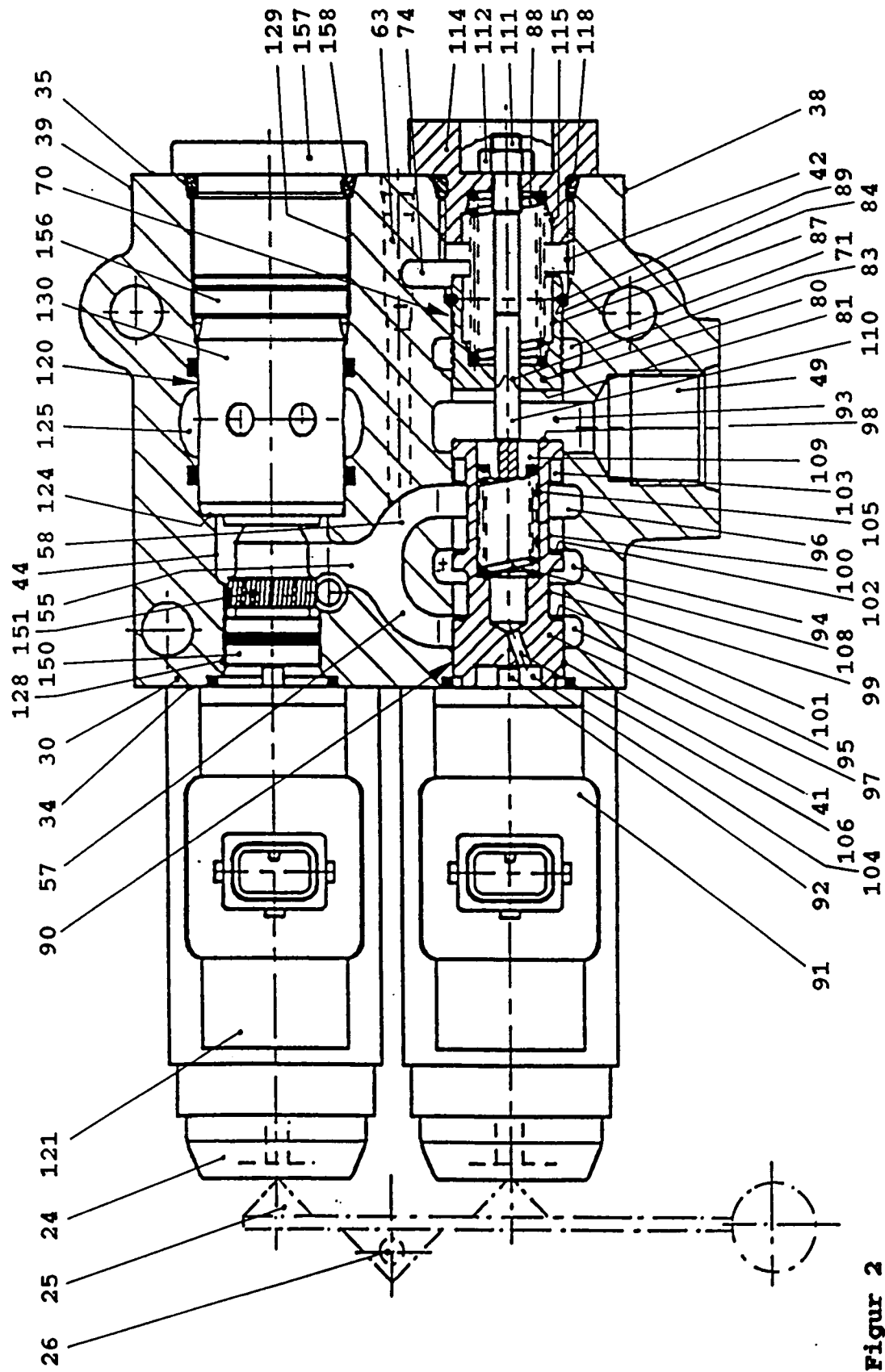
40

45

50

55





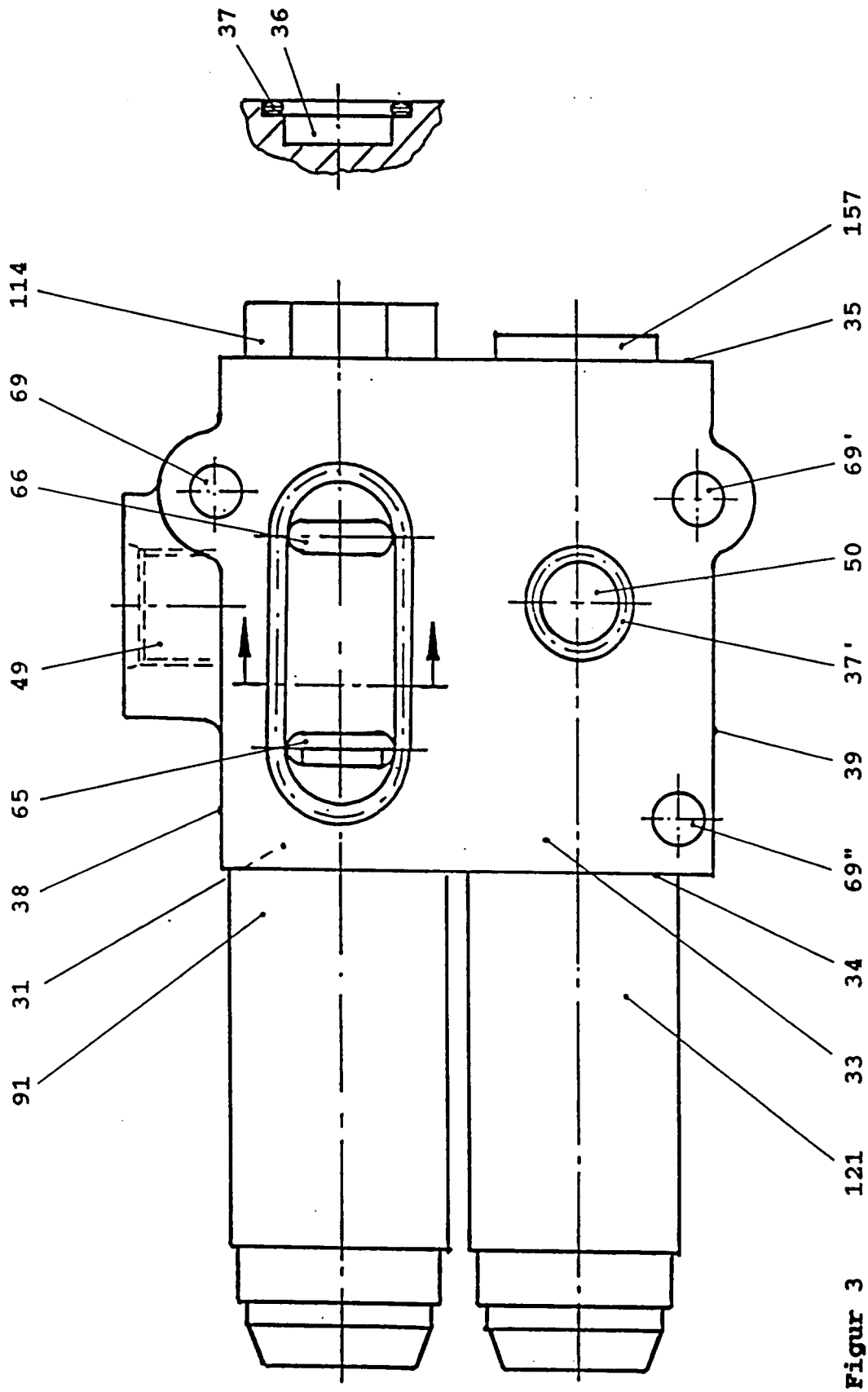


Figure 3

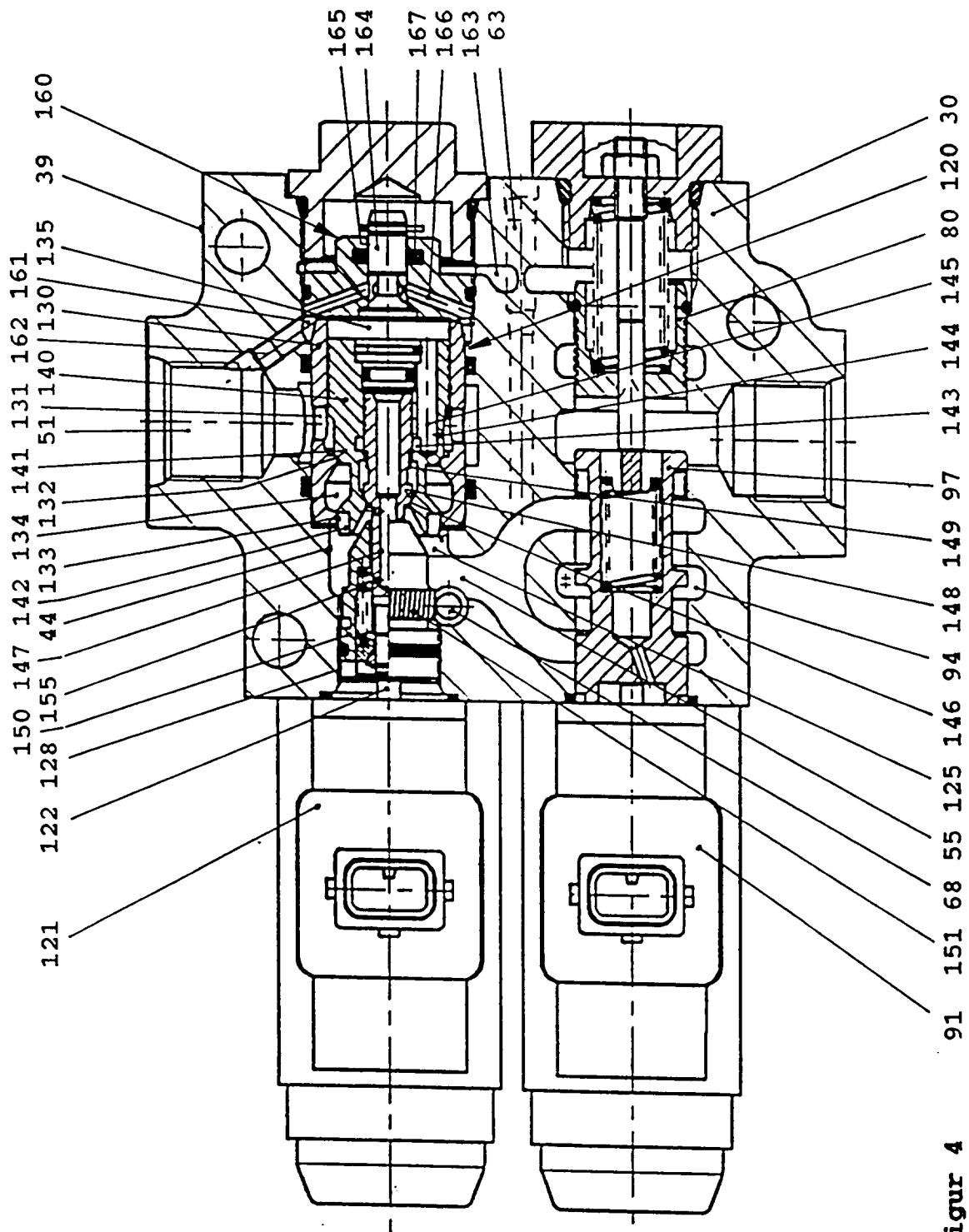


Figure 4 91 151 68 55 125 146 94 148 149 97 143 144 145 80 120 30

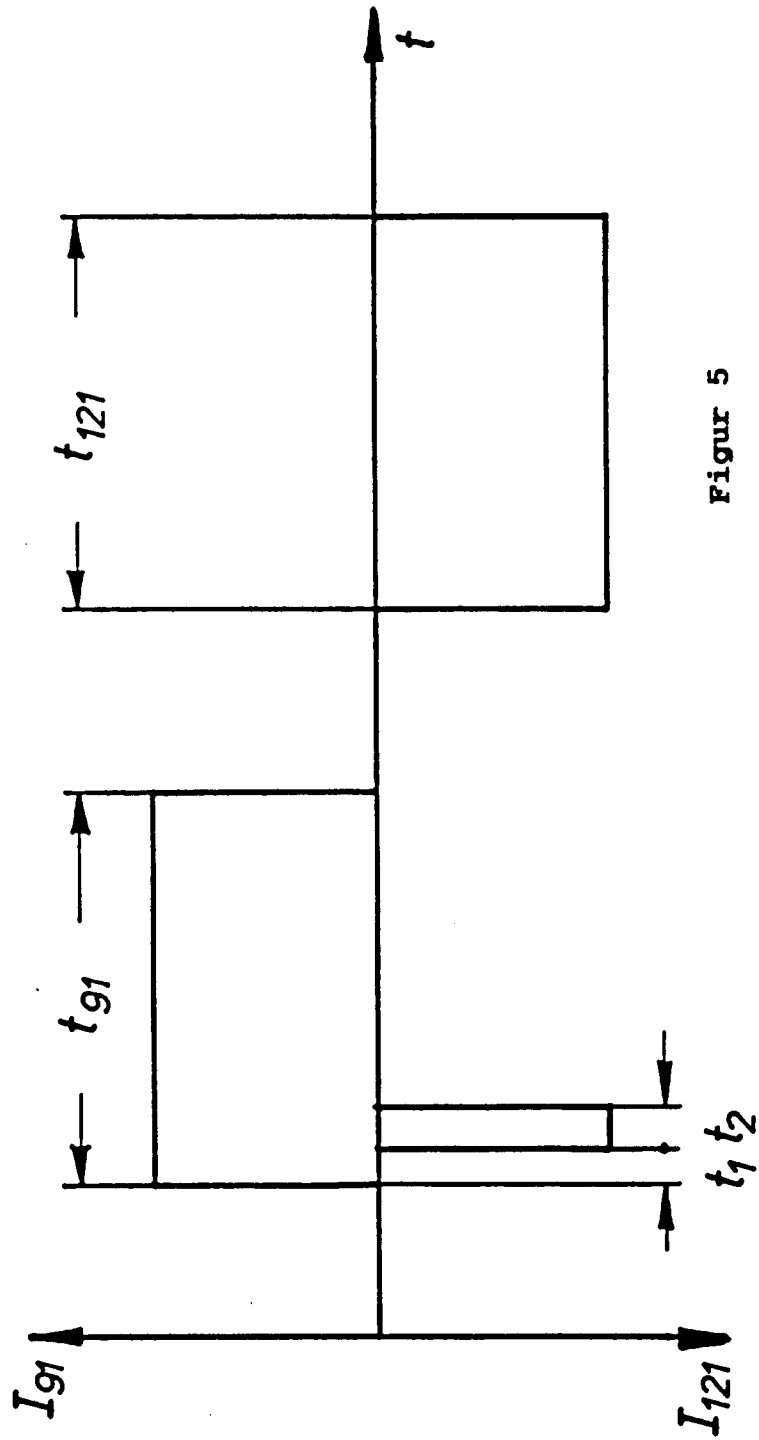


Figure 5