

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 667 459 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
03.11.1999 Patentblatt 1999/44

(51) Int Cl.⁶: **F15B 13/044**, F16K 31/06

(21) Anmeldenummer: **95100336.7**

(22) Anmeldetag: **12.01.1995**

(54) **Elektroproportionalmagnet-Ventileinheit**

Electro-proportional solenoid-valve unit

Unité de soupape à électro-aimant proportionnel

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

(30) Priorität: **10.02.1994 DE 9402206 U**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.08.1995 Patentblatt 1995/33

(73) Patentinhaber: **HYDRAULIK-RING ANTRIEBS-
UND STEUERUNGSTECHNIK GmbH**
D-72622 Nürtingen (DE)

(72) Erfinder: **Niethammer, Bernd**
D-72622 Nürtingen (DE)

(74) Vertreter: **Kohl, Karl-Heinz et al**
Patentanwälte
Dipl.-Ing. A.K. Jackisch-Kohl
Dipl.-Ing. K.H. Kohl
Stuttgarter Strasse 115
70469 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-93/18327 **DE-A- 4 131 384**
DE-A- 4 133 536

EP 0 667 459 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Elektroproportionalmagnet-Ventileinheit nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

[0002] Wird der Elektromagnet bei dieser bekannten Ventileinheit (WO-A-93/18327) erregt, dann wird der als Hohlkolben ausgebildete Kolben gegen die Kraft einer Druckfeder verschoben. Dabei wird der eine Arbeitsanschluß zum zu betätigenden Aggregat geöffnet, so daß das Hydraulikmedium über diesen geöffneten Arbeitsanschluß zum Aggregat strömen kann. Das aus dem Aggregat verdrängte Hydraulikmedium gelangt zum anderen Arbeitsanschluß und von dort in den Hohlraum des Kolbens. Von dort aus strömt das Hydraulikmedium zum Tank zurück. Auf der dem Elektromagneten zugewandten Kolbenseite bildet sich in Abhängigkeit des Volumens des Hydraulikmediums, welches durch den im Durchmesser begrenzten Hohlraum des Kolbens fließt, ein hydraulischer Staudruck, der größer ist als der Druck, der auf die gegenüberliegende Kolbenseite wirkt. Dadurch ändert sich mit zunehmender Stromstärke, mit welcher der Elektromagnet die beteiligten Steuerkanäle beaufschlagt, die Lage des Kolbens und der Durchfluß des Hydraulikmediums. Sobald ein kritischer Durchflußwert überschritten wird, tritt infolge der wirkenden Druckkräfte auf der Magnetseite des Kolbens, die sich zu den Magnetkräften addieren, eine schlagartige Veränderung der Kolbenposition ein. Unterhalb dieses kritischen Durchflußwertes verläuft die Durchfluß-Strom-Kennlinie noch im gewünschten Maß. Oberhalb dieses kritischen Durchflußwertes tritt jedoch eine unerwünschte schlagartige Änderung des Durchflußvolumens auf.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die gattungsgemäße Elektroproportionalmagnet-Ventileinheit so auszubilden, daß sich die Durchflußmenge des Hydraulikmediums in Abhängigkeit von der Stromstärke, mit welcher der Elektromagnet beaufschlagt wird, stetig verändert.

[0004] Diese Aufgabe wird bei der gattungsgemäßen Elektroproportionalmagnet-Ventileinheit erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

[0005] Bei der erfindungsgemäßen Ventileinheit ist der elektromagnetseitige Hydraulikraum vom benachbarten Ringkanal des Kolbens und dessen Hohlraum getrennt. Dadurch kann sich in diesem Hydraulikraum ein hydraulischer Staudruck nicht bilden. Das vom zu steuernden Aggregat kommende Hydraulikmedium gelangt bei entsprechender Stellung des Kolbens in den Ringkanal und von dort über die Öffnung in den Hohlraum des Kolbens. Dieser Hohlraum ist gegenüber dem elektromagnetseitigen Hydraulikraum abgetrennt, so daß das verdrängte Medium nicht in diesen Hydraulikraum gelangen kann. Somit wird in konstruktiv einfacher Weise ein hydraulischer Staudruck in diesem Hydraulikraum vermieden. Dadurch ändert sich die

Durchflußmenge-Strom-Kennlinie der Ventileinheit in gewünschtem Maße stetig; eine schlagartige Änderung der Durchflußmenge tritt nicht auf. Dadurch ist sichergestellt, daß über den gesamten Kennlinienverlauf das zu steuernde oder zu regelnde Aggregat zuverlässig betätigt wird. Über die Ausgleichsleitung wird in einfacher Weise ein Druckausgleich in den beiden Hydraulikräumen zu beiden Seiten des Kolbens erreicht, so daß auf beiden Seiten des Kolbens Druckgleichheit herrscht. Der Elektromagnet kann klein ausgelegt sein, weil es nur zu geringen Verschiebekräften am Kolben kommt.

[0006] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung.

[0007] Die Erfindung wird anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die Zeichnung zeigt teilweise im Längsschnitt und teilweise in Ansicht eine erfindungsgemäße Elektroproportionalmagnet-Ventileinheit. In der oberen Hälfte der Zeichnung ist der Kolben der Ventileinheit in seiner Ausgangsstellung und in der unteren Hälfte in einer durch einen Stößel eines Elektromagneten verschobenen Lage dargestellt.

[0008] Die Elektroproportionalmagnet-Ventileinheit hat einen Elektromagneten 1, dessen Stößel 2 an einem Kolben 3 anliegt. Er steht unter der Kraft einer Druckfeder 4, welche den Kolben 3 gegen den Stößel 2 drückt.

[0009] Der Elektromagnet 1 ist in bekannter Weise ausgebildet, so daß er nicht im einzelnen beschrieben wird. Er ist an einem Einbaugehäuse 5 befestigt, das eine Aufnahme 6 für ein Ventilgehäuse 7 aufweist. In ihm ist der Kolben 3 längsverschieblich gelagert. Das Ventilgehäuse 7 hat Anschlüsse 8 bis 10, über die, vom Kolben 3 gesteuert, Hydraulikmedium zu bzw. von einem Verbraucher in bekannter Weise gefördert wird. An das Einbaugehäuse 5 sind der entsprechende Verbraucher sowie der das Hydraulikmedium enthaltende Tank ebenfalls in bekannter Weise angeschlossen.

[0010] Die Druckfeder 4 stützt sich an einer in das Ventilgehäuse 7 geschraubten Einstellschraube 11 ab. Durch unterschiedlich weites Einschrauben der Einstellschraube 11 in das Ventilgehäuse 7 läßt sich die Vorspannkraft der Druckfeder 4 und somit die Lage des Kolbens 3 zur Magnetkraft stufenlos einstellen. Die Einstellschraube 11 hat eine Durchgangsöffnung, über die das Hydraulikmedium zum Tank zurückströmen kann.

[0011] Der Kolben 3 ist an seiner der Einstellschraube 11 zugewandten Seite mit einer Vertiefung 12 versehen, an deren Boden 13 sich die Druckfeder 4 abstützt. Der Kolben hat eine zentrale, in seiner Achsrichtung sich erstreckende Bohrung 14, die in Richtung auf den Stößel 2 des Elektromagneten 1 durch einen Boden 15 geschlossen ist. An diesem Boden 15 liegt der Stößel 2 des Elektromagneten 1 an. In die Bohrung 14 des Kolbens 3 mündet radial eine Öffnung 16, durch welche das Hydraulikmedium in die Bohrung 14 des Kolbens 3 gelangen kann.

[0012] Der Kolben weist außenseitig einen Ringkanal

17 auf, der gegen den Elektromagneten 1 durch einen Ringsteg 18 geschlossen ist. Der Kolben 3 weist einen weiteren Ringkanal 19 auf, der wesentlich länger ist als der Ringkanal 17 und der gegenüber diesem Ringkanal 17 durch einen Ringsteg 20 getrennt ist.

[0013] In der in der oberen Hälfte der Zeichnung dargestellten linken Endstellung des Kolbens 3 ist der Arbeitsanschluß 10 zu einem Hydraulikraum 21 offen, in dem die Druckfeder 4 liegt und in den die zentrale Bohrung 14 des Kolbens 3 mündet. Über die radial verlaufende Öffnung 16 ist die zentrale Bohrung 14 mit dem Ringkanal 17 des Kolbens 3 verbunden, in den die Öffnung 16 mündet. In dieser linken Endstellung des Kolbens 3 ist außerdem der Arbeitsanschluß 8 mit dem Ringkanal 19 des Kolbens 3 verbunden. Da auch der Anschluß 9, der mit der (nicht dargestellten) Pumpe des Hydrauliksystems über einen Anschluß 27 des Einbaugeschäftes 5 verbunden ist, mit dem Ringkanal 19 verbunden ist, ist somit eine Verbindung zwischen dem Arbeitsanschluß 8 und dem Druckanschluß 9 vorhanden. Der andere Arbeitsanschluß 10 des Ventilgehäuses 7 ist in dieser linken Endstellung des Kolbens 3 nicht verschlossen, so daß eine Verbindung zum Hydraulikraum 21 besteht.

[0014] Wie die Zeichnung zeigt, hat der Kolben 3 in der linken Endstellung Abstand vom Boden 22 des Ventilgehäuses 7. Dadurch wird zwischen dem Kolben 3 und dem Boden 22 ein weiterer Hydraulikraum 23 gebildet, der durch mindestens eine den Kolben 3 axial durchsetzende Bohrung 24, die nicht mit der Öffnung 16 in Verbindung kommen darf, mit dem gegenüberliegenden Hydraulikraum 21 verbunden ist. Im dargestellten Ausführungsbeispiel hat der Kolben 3 eine weitere, ihn axial durchsetzende Bohrung 25, welche die beiden Hydraulikräume 21 und 23 miteinander verbindet.

[0015] An die Anschlüsse 8 und 10 des Ventilgehäuses 7 ist ein mittels der Ventileinheit zu steuerndes bzw. zu regelndes Aggregat angeschlossen, beispielsweise eine Kolben-Zylinder-Einheit. Soll dieses Aggregat betätigt werden, wird der Elektromagnet 1 eingeschaltet, wodurch der Stößel 2 ausgefahren wird. Er verschiebt den Kolben 3 gegen die Kraft der Druckfeder 4. Beim Verschieben des Kolbens 3 wird die Verbindung zwischen dem Druckanschluß 9 und dem Arbeitsanschluß 8 geschlossen, während die Verbindung zwischen dem Arbeitsanschluß 10 und dem Druckanschluß 9 geöffnet wird. Damit kann das unter Druck stehende Hydraulikmedium über den Druckanschluß 9 und den Ringkanal 19 zum Arbeitsanschluß 10 strömen, von dem es über einen Anschluß 28 des Einbaugeschäftes 5 zum anzutreibenden Aggregat strömen und es in der gewünschten Weise betätigen. Das aus dem anzutreibenden Aggregat verdrängte Hydraulikmedium kann über den Arbeitsanschluß 8, den Ringkanal 17, die Öffnung 16, die Bohrung 14 des Kolbens 3, den Hydraulikraum 21 und die Durchgangsöffnung der Einstellschraube 11 zurück zum Tank gelangen. Wenn die Steuerelektronik erkennt, daß die Position der Stelleinheit des anzutreiben-

den Aggregates erreicht ist, wird der Steuerstrom zurückgefahren. Dadurch wird die Magnetkraft verringert und der Kolben 3 unter der Kraft der Druckfeder 5 in eine Mittelstellung zurückgeführt, in der die beiden Ringstege 20 und 26 des Kolbens 3 die beiden Anschlüsse 8 und 10 verschließen. Dadurch bleibt der Hydraulikdruck im anzutreibenden Aggregat aufrechterhalten.

[0016] Wird der Elektromagnet 1 abgeschaltet, wird der Kolben 3 unter der Kraft der Druckfeder 4 wieder in seine in der Zeichnung linke Endstellung zurückgeführt, wobei der Stößel 2 entsprechend in das Gehäuse des Elektromagneten 1 zurückgeschoben wird. Dabei wird die Verbindung zwischen dem Anschluß 10 und dem Druckanschluß 9 geschlossen, während die Verbindung zwischen dem Anschluß 8 und dem Druckanschluß 9 durch den Kolben 3 geöffnet wird. Dadurch kann das unter Druck stehende Hydraulikmedium über den Anschluß 10 zum Kolben des anzutreibenden Aggregates gelangen und diesen Kolben wieder zurückschieben.

[0017] Über die beiden Bohrungen 24 und 25 im Kolben 3 wird in einfacher Weise ein Druckausgleich in den beiden Hydraulikräumen 21, 23 zu beiden Seiten des Kolbens 3 erreicht. Dadurch herrscht auf beiden Seiten des Kolbens 3 Druckgleichheit. Das Hydraulikmedium strömt in den beiden Bohrungen 24, 25 des Kolbens 3 praktisch nicht, vielmehr bildet sich hier ein statischer Druck aus. Das vor dem Kolben 3 befindliche Hydraulikmedium wird beim Verschieben des Kolbens über die Bohrungen 24, 25 lediglich verdrängt. Hierbei kann auch eine gewisse Dämpfung des Kolbens 3 bei seiner Verschiebewegung erreicht werden.

[0018] Die Bohrungen 24, 25 haben im dargestellten Ausführungsbeispiel kleineren Querschnitt als die zentrale Bohrung 14. Die Bohrungen 14 und 24, 25 können aber auch gleichen Durchmesser haben. Ebenso ist es möglich, daß die Ausgleichsbohrungen 24, 25 größeren Durchmesser als die zentrale Bohrung 14 des Kolbens 3 haben.

[0019] Um die Bohrungen 24, 25 zu erhalten, ist es auch möglich, in den als Hohlkolben ausgebildeten Kolben 3 eine Buchse einzusetzen. In der Außenwandung einer solchen Buchse und/oder in der Innenwandung der Bohrung des Kolbens kann jeweils mindestens eine über die Kolben- bzw. Buchsenlänge durchgehende Vertiefung vorgesehen sein.

[0020] Da der Hydraulikraum 23 durch den Ringsteg 18 des Kolbens 3 vom Ringkanal 17 getrennt ist, kann das über den Anschluß 8 aus dem anzutreibenden Aggregat verdrängte Hydraulikmedium nur über diesen Ringkanal 17 und die Öffnung 16 in die Bohrung 14 des Kolbens 3 und von dort zum Tank zurückfließen. Die zentrale Bohrung 14 des Kolbens 3 ist durch den Boden 15 vom Hydraulikraum 23 getrennt. Dadurch wirken sich die beim Verschieben des Kolbens 3 auftretenden Druckdifferenzen nicht auf das Schaltverhalten des Ventiles aus, so daß der gewünschte Kennlinienverlauf erreicht wird. Die Durchflußmenge des Hydraulikmedi-

ums ändert sich in Abhängigkeit von der Stromstärke, mit welcher der Elektromagnet 1 beaufschlagt wird, im erforderlichen Maße stetig.

Patentansprüche

1. Elektroproportionalmagnet-Ventileinheit mit einem Ventilgehäuse (7), in dem durch einen Stößel (2) des Elektromagneten (1) gegen Federkraft (4) ein Kolben (3) verschiebbar ist, der als Hohlkolben ausgebildet ist, der mit zwei Ringkanälen (17, 19) versehen ist, von denen der eine Ringkanal (19) gegen einen federseitigen, mit einem Tankanschluß verbundenen Hydraulikraum (21) getrennt und der andere Ringkanal (17) durch wenigstens eine Öffnung (16) mit dem Hohlraum (14) des Kolbens (3) verbunden ist und die bei bestromtem und unbestromtem Elektromagneten (1) abwechselnd mit zwei Arbeitsanschlüssen (8, 10) in Verbindung zu bringen sind, von denen der eine Arbeitsanschluß (8, 10) jeweils mit einem Druckanschluß (9) und der andere Arbeitsanschluß (10, 8) mit einem Tank verbindbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der federseitige Hohlraum (21) über wenigstens eine Ausgleichsleitung (24, 25) mit einem elektromagnetseitigen Hydraulikraum (23) verbunden ist, der durch einen Boden (15) des Kolbens (3) von dessen Hohlraum (14) getrennt ist.
2. Ventileinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stößel (2) des Elektromagneten (1) am Boden (15) des Hohlraums (14) des Kolbens (3) anliegt.
3. Ventileinheit nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgleichsleitung (24, 25) im Kolben (3) vorgesehen ist.
4. Ventileinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgleichsleitung (24, 25) eine axial verlaufende Bohrung im Kolben (3) ist.
5. Ventileinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (3) eine stirnseitige Vertiefung (12) aufweist, in die eine Druckfeder (4) ragt.

Claims

1. An electroproportional solenoid-valve unit with a valve housing (7), in which a piston (3) is displaceable by a tappet (2) of the electromagnet (1) against spring force (4), the piston (3) being constructed in the form of a hollow piston which is provided with two annular ducts (17, 19), of which one annular

duct (19) is separated from an hydraulic chamber (21) situated at the spring end and connected to a tank connexion and the other annular duct (17) is connected by at least one opening (16) to the hollow space (14) of the piston (3) and which - when current flows and ceases to flow through the electromagnet (1) - are alternately connected to two operating connexions (8, 10), of which one operating connexion (8, 10) can be connected in each case to a pressure connexion (9) and the other operating connexion (10, 8) can be connected to a tank, **characterized in that** the hydraulic chamber (21) situated at the spring end is connected by way of at least one compensating line (24, 25) to an hydraulic chamber (23) which is situated at the electromagnet end and which is separated by a base (15) of the piston (3) from the hollow space (14) of the said piston (3).

2. A valve unit according to Claim 1, **characterized in that** the tappet (2) of the electromagnet (1) rests against the base (15) of the hollow space (14) of the piston (3).
3. A valve unit according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the compensating line (24, 25) is provided in the piston (3).
4. A valve unit according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the compensating line (24, 25) is a bore extending axially in the piston (3).
5. A valve unit according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the piston (3) has a depression (12) on its end face, into which a compression spring (4) projects.

Revendications

1. Unité de soupape à électroaimant à action proportionnelle comportant un boîtier (7), dans lequel est déplaçable, sous l'action d'un poussoir (2) de l'électroaimant (1) et à l'encontre de la force (4) d'un ressort, un piston (3) qui est agencé sous la forme d'un piston creux, qui comporte deux canaux annulaires (17, 19), parmi lesquels un canal annulaire (19) est séparé d'une chambre hydraulique (21) située du côté du ressort et reliée à un raccord de réservoir, et l'autre canal annulaire (17) est relié par au moins une ouverture (16) à la cavité (14) du piston (3), et les deux canaux annulaires peuvent être reliés alternativement, lorsque l'électroaimant (1) est alimenté en courant et lorsqu'il n'est pas alimenté en courant, à deux raccords de travail (8, 10), parmi lesquels un raccord de travail (8, 10) peut être relié respectivement à un raccord de pression (9) et l'autre raccord de travail (10, 8) peut être relié res-

pectivement à un réservoir, caractérisée en ce que la cavité (21) située du côté du ressort est reliée, par l'intermédiaire d'au moins une canalisation de compensation (24,25), à un réservoir hydraulique (23) situé du côté de l'électroaimant et qui est séparé de la cavité (14) du piston (3) par un fond (15) du piston. 5

2. Unité de soupape selon la revendication 1, caractérisée en ce que le poussoir (2) de l'électroaimant (1) s'applique contre le fond (15) de la cavité (14) du piston (3). 10
3. Unité de soupape selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que la canalisation de compensation (24,25) est prévue dans le piston (3). 15
4. Unité de soupape selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que la canalisation de compensation (24,25) est un perçage axial situé dans le piston (3). 20
5. Unité de soupape selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que le piston (3) possède un renforcement frontal (12), dans lequel pénètre un ressort de pression (4). 25

30

35

40

45

50

55

