



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(51) Int. Cl. 3: F 16 H 39/44
F 04 B 9/10
B 04 B 9/06

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

(11)

641 257

(21) Gesuchsnummer: 10441/79

(22) Anmeldungsdatum: 23.11.1979

(30) Priorität(en): 30.11.1978 DE 2851705

(24) Patent erteilt: 15.02.1984

(45) Patentschrift
veröffentlicht: 15.02.1984

(73) Inhaber:
Mannesmann Rexroth Gesellschaft mit
beschränkter Haftung, Lohr a.M. (DE)

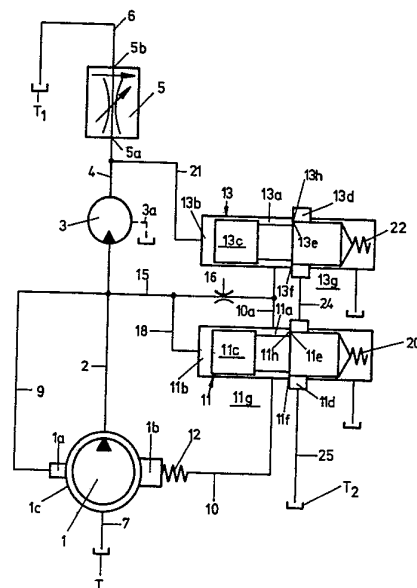
(72) Erfinder:
Jörg Dantlgraber, Lohr a.M. (DE)

(74) Vertreter:
Scheidegger, Zwicky & Co., Zürich

(54) Hydraulische Antriebseinheit.

(57) Bei der aus einer hydraulischen Verstellpumpe (1) und einem Hydraulikmotor (3) bestehenden hydraulischen Antriebseinheit, die mit einer den Förderstrom der Verstellpumpe (1) festlegende Regeleinrichtung und mit einem Druckregelventil (11) versehen ist, das mit der Verstellvorrichtung (1a, 1b) der Verstellpumpe (1) zusammenwirkt, ist an der Abflusseite (4) des Hydraulikmotors (3) ein Stromregler (5) mit eigener Druckwaage angeordnet. Mit der Verstellvorrichtung (1a, 1b, 12) der Verstellpumpe (1) steht ein zusätzliches Druckregelventil (13) in Verbindung, dessen Steuerdruckraum (13b) mit der Verbindungsleitung (4) zwischen Hydraulikmotor (3) und Stromregler (5) verbunden ist. Die Druckeinstellung (22) des Druckregelventils (13) ist grösser oder gleich dem Ansprechdruck des Stromreglers (5). Wenn der am Stromregler-Eingang und im Steuerdruckraum (13b) herrschende Druck die Kraft der Feder (22) für die Druckeinstellung übersteigt, nimmt infolge Öffnen des Steuerspaltes (13h) der Steuerdruck ab, welcher auf den Ventilkolben (1b) der Verstellpumpe (1) im Sinne einer Verkleinerung des Fördervolumens wirkt, bis der Steuerdruck wieder den an der Feder (22) eingestellten Wert besitzt. Der Vorteil dieser Anordnung ist eine schnelle Förderstromregelung und die Erzielung einer hohen Bremswirkung auf bewegte Massen.

Die Antriebseinheit wird insbesondere bei Extrudern, Zentrifugen und Mischern eingesetzt.



PATENTANSPRÜCHE

1. Aus hydraulischer Verstellpumpe und Hydraulikmotor bestehende hydraulische Antriebseinheit mit einer den Förderstrom der Verstellpumpe festlegenden Regeleinrichtung sowie einem Druckregelventil, das mit der Verstellvorrichtung der Verstellpumpe zusammenwirkt, dadurch gekennzeichnet, dass an der Abflussseite (4) des Hydraulikmotors (3) ein Stromregler (5) mit eigener Druckwaage angeordnet ist und mit der Verstellvorrichtung (1a, 1b, 12) der Verstellpumpe (1) ein weiteres Druckregelventil (13) in Wirkverbindung steht, dessen Steuerdruckraum (13b) mit der Verbindungsleitung (4) zwischen Hydraulikmotor (3) und Stromregler (5) verbunden ist, wobei die Druckeinstellung des zusätzlichen Druckregelventils (13) grösser oder gleich dem Ansprechdruck des Stromreglers (5) ist.

2. Hydraulische Antriebseinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilräume (11a, 13a) der beiden Druckregelventile (11, 13) untereinander und über die Steuerleitung (10) mit der Verstellvorrichtung (1b) der Verstellpumpe (1) verbunden und über eine gemeinsame Drossel (16) mit der Druckseite (2) der Verstellpumpe (1) verbunden sind, wobei die gemeinsame Drossel (16) die Zulaufdrossel und der von den Steuerkanten (11e, 11f; 13e, 13f) der Druckregelventile jeweils gebildete Steuerspalt (11h, 13h) die Ablaufdrossel zu einem Tank (T₂) bildet und mit Zunahme des Steuerspaltes der über die Steuerleitung (10) auf die Verstellvorrichtung (1b) wirkende Steuerdruck abnimmt mit entsprechender Verkleinerung des Fördervolumens der Verstellpumpe (1).

3. Hydraulische Antriebseinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilräume (11a, 13a) der beiden Druckregelventile (11, 13) untereinander und mit der Druckseite (2) der Verstellpumpe (1) verbunden sind, wobei der von den Steuerkanten (11e, 11f; 13e, 13f) der Druckregelventile jeweils gebildete Steuerspalt (11h, 13h) die Zulaufdrossel (16') nachgeordnet ist und zwischen diesen Steuerspalten und der Ablaufdrossel eine Steuerleitung (10') zur Verstellvorrichtung (1b) der Verstellpumpe (1) führt und mit Zunahme des auf die Verstellvorrichtung wirkenden Steuerdruckes bei sich vergrößerndem Steuerspalt (11h, 13) der Druckregelventile sich das Fördervolumen der Verstellpumpe entsprechend verringert.

Die Erfindung betrifft eine hydraulische Antriebseinheit nach dem Oberbegriff des Anspruches 1. Zur Erzielung eines wirtschaftlichen Betriebes einer solchen Antriebseinheit ist es erforderlich, dass die Verstellpumpe den durch die Einstellung der Regeleinrichtung festgelegten Förderstrom fördert, ohne dass deren Druck wesentlich grösser ist, als er zur Überwindung der an dem Hydraulikmotor angreifenden äusseren Last erforderlich ist. In bekannter Weise erfolgt dies dadurch, dass die Regeleinrichtung für den Förderstrom von einer einstellbaren Blende gebildet wird, die an der Austrittsseite des Hydraulikmotors angeordnet wird, und zur Konstanthaltung der an dieser Blende wirkenden Druckdifferenz, deren Austrittsseite mit der Federseite des Druckregelventils verbunden ist, so dass der Regelkolben federseitig nicht nur von der Kraft der Regelfeder, sondern auch noch zusätzlich vom Druck der Austrittsseite belastet ist. Auf der gegenüberliegenden Seite ist der Regelkolben vom Pumpendruck beaufschlagt. Der Regelkolben befindet sich im Gleichgewicht, wenn der Pumpendruck dem am Ausgang der Blende herrschenden Druck zusätzlich der Federkraft entspricht. Die Federkraft bestimmt demnach die an der Blende wirksame Druckdifferenz. Somit wird über das Regelventil die Verstell-

einrichtung der Verstellpumpe derart beeinflusst, dass deren Fördermenge nach Verlassen des Hydraulikmotors am Eingang der Blende einen solchen Staudruck erzeugt, der rückwirkend an der Druckseite einen Druck erzeugt, der den am Ausgang der Blende wirkenden Druck und zusätzlich der am Regelkolben des Druckregelventils wirkenden Federkraft der Regelfeder die Waage hält. Das Druckregelventil bildet somit gemeinsam mit der Verstellvorrichtung der Verstellpumpe eine vorgesteuerte Druckwaage, wobei das Vorsteuerventil das Druckregelventil und die Druckwaage die Verstellvorrichtung bildet. Der erforderliche Pumpendruck ergibt sich somit aus der Summe des vom Hydraulikmotor geforderten Druckes und dem von der Regelfeder festgelegten an der Blende wirkenden Differenzdruck. Eine solche Förderstrom-Druck-Regelung arbeitet zwar sehr wirtschaftlich, aber auch sehr träge. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Rückführung des am Ausgang der Blende wirkenden Druckes zum Druckregelventil und die daran sich anschliessende Einwirkung über das Druckregelventil auf die Verstellvorrichtung viel Zeit erfordert und demgemäss auch die Bremswirkung auf die bewegten Massen beeinträchtigt. In vielen Anwendungsfällen vor allem bei Extrudern, Zentrifugen und Mischen, wird jedoch eine sehr schnelle Förderstromregelung und hohe Bremswirkung gefordert. Um eine schnelle Regelung zu erreichen, ist es bekannt, die Verstellpumpe über ein Druckregelventil arbeiten zu lassen, das auf den maximal zulässigen Systemdruck eingestellt ist und die Stromregelung unabhängig von der Verstelleinrichtung von einem Stromregler durchzuführen. Hierbei ergibt sich ein unwirtschaftlicher Betrieb, insbesondere wenn der Hydraulikmotor vorwiegend kleine weit unter dem am Druckregelventil eingestellten maximalen Druck liegende Drücke fordert.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine hydraulische Antriebseinheit mit einer Förderstrom-Druckregelung zu schaffen, die nicht nur wirtschaftlich arbeitet, sondern auch schnell anspricht und darüberhinaus eine hohe Bremswirkung auf die bewegten Massen gewährleistet und die äussere Leckage kompensiert. Dies wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1 erreicht.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Schaltschemata, die die Zeichnung in den Abbildungen 1 und 2 zeigt, beschrieben.

In dem Schaltschema nach Abbildung 1 ist mit 1 die als Flügelzellenpumpe ausgebildete Verstellpumpe mit den Verstellkolben 1a, 1b bezeichnet. Die Druckleitung 2 führt zum Hydraulikmotor 3, dessen Abflussleitung 4 mit dem Eingang 5a eines Stromreglers 5 mit eigener Druckwaage verbunden ist. Vom Ausgang 5b des Stromreglers 5 führt eine Leitung 6 zum Tank T1.

Über die mit dem Tank T in Verbindung stehende Saugleitung 7 saugt die Verstellpumpe 1 die Arbeitsflüssigkeit an. Der Verstellkolben 1a weist eine kleinere vom Druck zu beaufschlagende Druckfläche auf als der in die Gegenrichtung wirkende Verstellkolben 1b.

Der Verstellkolben 1a steht über die Steuerleitung 9 mit der Druckleitung 2 in Verbindung und wird damit vom Pumpendruck dauernd beaufschlagt. Der Verstellkolben 1a belastet den Laufring 1c der Verstellpumpe in Richtung kleinerer Fördermenge. Der Verstellkolben 1b, der den Laufring 1c in Richtung grösserer Fördermenge belastet, wird über die Steuerleitung 10 vom Regeldruck des Druckregelventils 11 bzw. über den Leitungsabschnitt 10a und den Ventilraum 11a des Druckregelventils 11 vom Regeldruck des Druckregelventils 13 beaufschlagt und zusätzlich durch die Kraft der Druckfeder 12. Der Leitungsabschnitt 10a, der die Ventilräume 11a, 13a der Druckregelventile 11, 13 miteinander verbindet, steht

über die Steuerleitung 15 mit Drossel 16 mit der Druckleitung 2 der Verstellpumpe in Verbindung. Der Steuerraum 11b des Druckregelventils 11 steht über den Steuerleitungsabschnitt 18 mit der Steuerleitung 15 in Verbindung. Der Regelkolben 11c des Druckregelventils 11 wird somit unmittelbar vom Pumpendruck beaufschlagt und ist damit gegen die in Gegenrichtung auf ihn wirkende Druckkraft der Regelfeder 20 belastet.

Der Steuerraum 13b des Druckregelventils 13 steht über die Steuerleitung 21 mit der Abflussleitung 4 und damit mit dem Eingang 5a des Stromreglers 5 in Verbindung. Somit wird der Steuerraum 13b von dem am Eingang 5 des Stromreglers herrschenden Druck beaufschlagt. Dieser Druck wirkt am Regelkolben 13c gegen die Kraft der Regelfeder 22. Solange dieser Druck nicht der von der Regelfeder 22 auf den Regelkolben ausgeübten Kraft entspricht, verbleibt der Regelkolben in der gezeigten Schliessstellung, in der der Ventilraum 13a von dem Ringraum 13d, der über den Leitungsabschnitt 24 und den Ringraum 11d des Druckregelventils 11 sowie über die Tankleitung 25 mit dem Tank T₂ verbunden ist, unterbrochen. Sobald dieser Druck die Kraft der Regelfeder überwindet, verschiebt sich der Regelkolben 13c in Richtung der Regelfeder 22 und verbindet über den von dessen Steuerkante 13e und der Steuerkante 13f im Gehäuse 13g gebildeten Steuerspalt 13h den Ventilraum 13a mit dem Ringraum 13d und damit mit dem Tank T₂. Die Folge davon ist, dass – in Strömungsrichtung des Steueröls gesehen – hinter der die Zulaufdrossel bildenden Drossel 16 der Steuerdruck mit grösser werdenden, von den beiden Steuerkanten 13f, 13g gebildeten, eine veränderliche Ablaufdrossel bildenden Steuerspalt 13h abnimmt.

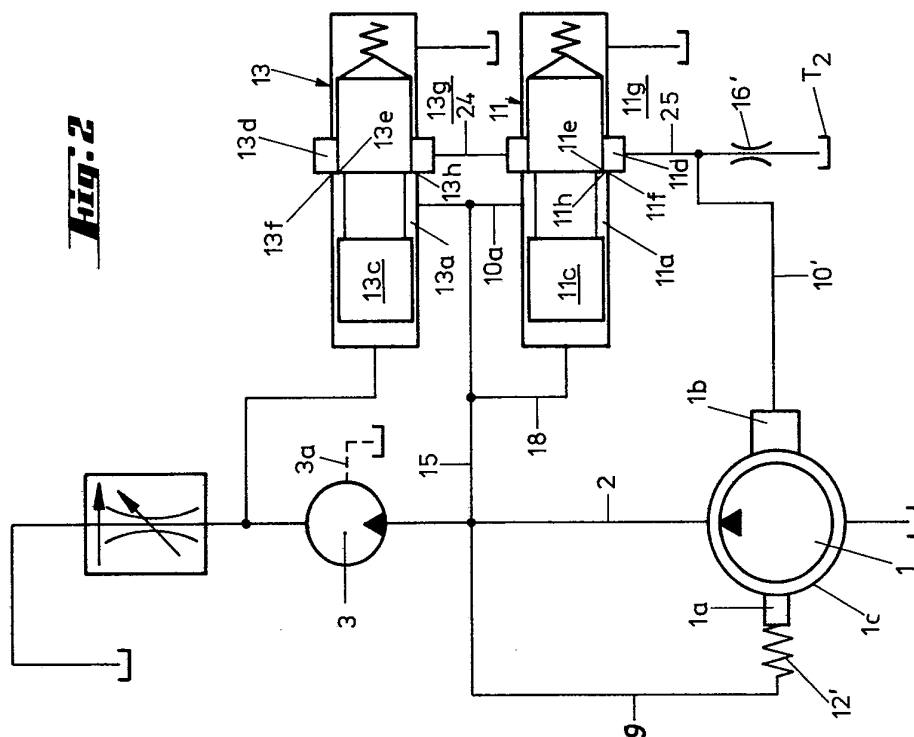
Da dieser Steuerdruck auf den Verstellkolben 1b wirkt, wird in Abhängigkeit von dessen Grösse die Fördermenge der Verstellpumpe 1 derart nachgestellt, dass im Steuerraum 13b des Druckregelventils der Steuerdruck den an der Regelfeder 22 eingestellten Wert nicht überschreitet. Dies gilt auch für das den maximalen Pumpendruck festlegende Druckregelventil 11, dessen Steuerraum 11b über die Steuerleitung 15 mit der Druckleitung 2 in Druckverbindung steht.

Das Druckregelventil 13 ist mittels der Regelfeder 22 auf einen Regeldruck eingestellt, der mit Sicherheit dem Ansprechdruck des Stromreglers 5 entspricht. Der einzustellende Druck bewegt sich in der Grössenordnung von 8–15 bar. Demnach muss die Verstellpumpe derart angestellt werden, dass sie den durch die Einstellung des Stromreglers festgelegten Förderstrom liefert, und zwar mit einem Druck, der um den Betrag des am Druckregelventil 13 eingestellten Druckes höher liegt, als der vom Hydraulikmotor 3 zur Überwindung der an diesem angreifenden äusseren Last erforderliche Druck. Übersteigt dieser am Pumpenaustritt in der Druckleitung 2 herrschende Gesamtdruck den am Druckregelventil 11 mittels der Regelfeder 20 eingestellten Regeldruck, tritt dieses in Tätigkeit, indem der von der Steuerkante 11e des Regelkolbens 11c und der Steuerkante 11f des Gehäuses 11g gebildete die weitere Ablaufdrossel bildende Steuerspalt 11h eine solche Grösse annimmt, dass der hierbei sich einstellende Regeldruck über den Verstellkolben 1b die Verstellpumpe soweit in Richtung kleinerer Fördermenge verstellt, dass der an diesem Druckregelventil eingestellte Pumpendruck nicht überschritten wird. Dadurch wird der am Stromreglereingang 5a herr-

schende Staudruck kleiner als der am Druckregelventil 13 eingestellte Druck, so dass letzteres seine Schliessstellung einnimmt und für den weiteren Regelvorgang ausser Funktion ist. Das Druckregelventil 11 ist demnach dem Druckregelventil 13 übergeordnet. Erst wenn das Druckregelventil 11 wieder durch Fallen des Pumpendruckes seine Schliessstellung einnimmt und die Verbindung zwischen dem Ventilraum 11a und dem Ringraum 11d durch Überdecken der beiden miteinander zusammenwirkenden den Steuerspalt 11h bildenden Steuerkanten 11e, 11f von Regelkolben 11c und Gehäuse 11g unterbrochen ist, tritt das Druckregelventil 13 wieder in Funktion und damit auch der den Förderstrom festlegende Stromregler, und zwar unabhängig vom jeweiligen Pumpendruck, soweit dieser die von den beiden Druckregelventilen festgelegten Grenzwerte nicht unter- und überschreitet. Der Förderstrom lässt sich durch entsprechende Einstellung des Stromreglers 5 in Richtung kleinerer Fördermenge, unabhängig von einer gleichzeitigen Betätigung der Verstellvorrichtung der Verstellpumpe, verändern. Die Nachregelgeschwindigkeit der Pumpe auf diese neue Fördermenge hat somit auf die Einstellgeschwindigkeit der Fördermenge durch den Stromregler keinen Einfluss. Dadurch, dass der Stromregler weitgehend druckunabhängig die eingestellte Durchflussmenge konstant hält, wird die Bremswirkung auf die bewegten Massen von Hydraulikmotor und die mit diesen verbundenen Antriebseinheiten bei sich änderndem Druck nicht beeinträchtigt. Ausserdem kann die über die Leckölleitung 3a nach aussen abströmende Leckflüssigkeit des Hydraulikmotors, dessen von dem Stromregler festgelegte Drehzahl nicht beeinflusst.

Bei dem Schaltschema nach Abbildung 2 wird die Steuerflüssigkeit den Ventilräumen 11a, 13a der Druckregelventile 11, 13 ohne Zwischenschaltung einer Zulaufdrossel über die Steuerleitung 15 und dem Leitungsabschnitt 10a zugeführt. Die von den Steuerkanten 11e, 11f und 13e, 13f von Regelkolben 11c, 13c und Gehäuse 11g, 13g gebildeten Steuerspalte 11h, 13h bilden somit veränderliche Zulaufdrosseln, die über die Ringräume 11d, 13d und den Leitungen 24, 25 mit der festeingestellten Ablaufdrossel 16' in der zum Tank T₂ führenden Leitung 25 zusammenarbeiten. Der Steuerdruck zur Anstellung der Verstellpumpe 1 über den Verstellkolben 1b der Verstellvorrichtung wird zwischen den Steuerspalten 11h, 13h der Druckregelventile 11, 13 und der feststehenden Ablaufdrossel 16' abgenommen und über die Steuerleitung 10' dem grösseren Verstellkolben 1b zugeführt. Hierbei vergrössert sich der Steuerdruck mit der Zunahme der Steuerspalte 11h, 13h im Gegensatz zu der Regelung nach Abbildung 1, bei der sich der Steuerdruck mit Zunahme der Steuerspalte verringert. Demgemäss greift die die Verstellpumpe auf maximale Fördermenge belastende Feder 12' auf der gegenüberliegenden Seite des grösseren Verstellkolbens 1b am Hubring 1e an und der kleinere dauernd unter Pumpendruck stehende Verstellkolben 1a belastet die Pumpe ebenfalls in Richtung grösserer Fördermenge im Gegensatz zu dem Ausführungsbeispiel nach Abb. 1. Das Regelergebnis ist bei beiden Ausführungsbeispielen das gleiche.

Bei einem Arbeitszylinder als Hydraulikmotor wird jeweils die aus dem betreffenden Zylinderraum ausgestossene Arbeitsflüssigkeit über den Stromregler 5 zum Tank T₁ geleitet.

Fig. 2**Fig. 1**