



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 555 436 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.07.2005 Patentblatt 2005/29

(51) Int Cl.7: **F04C 15/04, F04C 2/18**

(21) Anmeldenummer: **04030757.1**

(22) Anmeldetag: **24.12.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR LV MK YU

(72) Erfinder:
• **Nissen, Harry**
38300 Wolfenbüttel (DE)
• **Gebauer, Klaus**
38304 Wolfenbüttel (DE)
• **Hartung, Henry**
38120 Braunschweig (DE)
• **Janke, André**
38179 Gross Schwülper (DE)

(30) Priorität: **15.01.2004 DE 102004002062**

(71) Anmelder: **Volkswagen Aktiengesellschaft**
38436 Wolfsburg (DE)

(54) **Zahnradpumpe mit Fördermengenregelung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Zahnradpumpe mit Fördermengenregelung, die eine die Fördermenge verändernde Verschiebeeinheit (7) aufweist, die zwischen einer ersten (10) und einer zweiten (11) Druckkammer verschiebbar angeordnet ist, wobei die zweite Druckkammer (11) eine zusätzlich auf die Verschiebeeinheit (7) wirkende Druckfeder (9) aufweist. Sie löst die Auf-

gabe, den Bauraum einer derartigen Zahnradpumpe zu verringern und damit auch deren Gewicht zu reduzieren. Dazu ist die erste Druckkammer (10) über ein Regelventil (12) mit der zweiten Druckkammer (11) verbunden, das über einen mit der Druckkammer (10) verbundenen Druckumwandler (13) mit einem mit diesem gekoppelten Steuergerät (14) mit einem entsprechenden Kennfeld wirkverbunden ist.

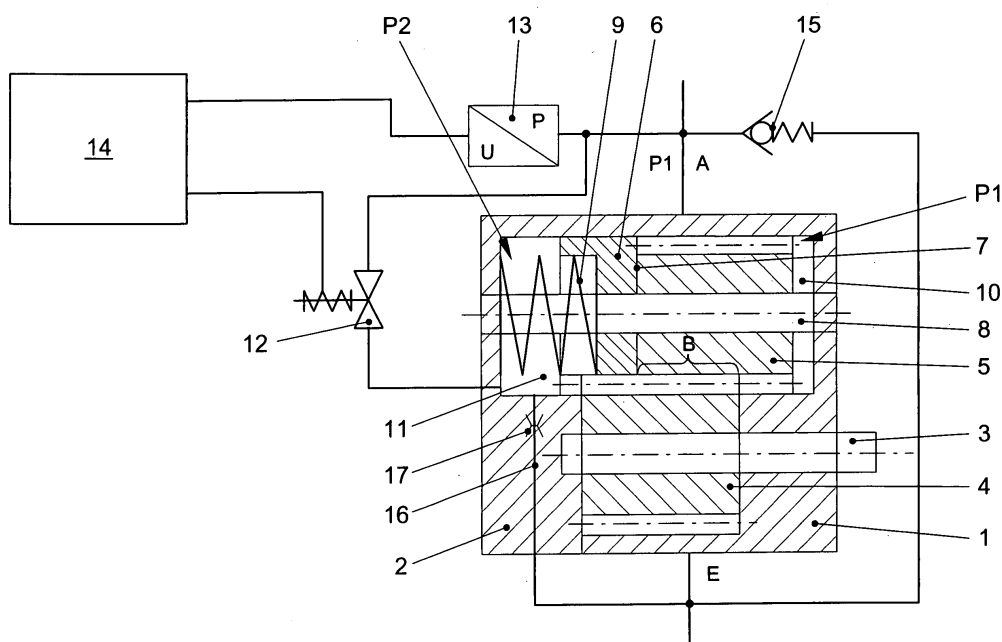


FIG. 1

EP 1 555 436 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Zahnradpumpe mit Fördermengenregelung, insbesondere für die Schmierölversorgung eines Verbrennungsmotors.

[0002] Zahnradpumpen mit Fördermengenregelung sollen die Ölbedarfsmenge eines Verbrennungsmotors liefern und dafür selbst eine nur geringe Antriebsleistung benötigen. Vorzugsweise sind sie als Außenzahnrad-Ölpumpen mit einer axialen Zahnradverschiebung ausgebildet, wie es beispielsweise in der DE 100 43 842 A1 oder der DE 101 44 693 A1 beschrieben ist. Eine solche Zahnradpumpe weist zwei in einem Gehäuse angeordnete und miteinander kämmende Zahnräder auf, von denen das eine drehfest mit einer Antriebswelle verbunden und stirnseitig vom Gehäuse eingeschlossen und das andere als Abtriebszahnrad Bestandteil einer Verschiebeeinheit ist.

[0003] Die Verschiebeeinheit weist außer dem Abtriebszahnrad noch einen an dessen einer Stirnseite anliegenden und mit diesem in Wirkverbindung stehenden Federkolben und auf der diesem abgewandten Stirnseite einen Steuerkolben auf und ist auf einer gehäusefesten und parallel zur Antriebswelle verlaufenden Achse angeordnet, wobei das Abtriebszahnrad drehbar gelagert ist und die beiden Kolben fest mit der Achse verbunden sind. Der Federkolben und der Steuerkolben begrenzen jeweils eine auf der dem Abtriebszahnrad abgewandten Stirnseite mit der Gehäusewandung ausgebildete zylindrische Druckkammer. In der federkolbenseitigen Druckkammer ist eine Druckfeder angeordnet. Bei der Zahnradpumpe nach der DE 100 43 842 A1 stehen die beiden Druckkammern über eine Druckleitung mit einer Drossel in hydraulischer Wirkverbindung, wobei die die Druckfeder aufweisende Druckkammer maximaldruckbegrenzt ist.

[0004] Aufgrund der Gestaltung der Zahnradpumpe und der hydraulischen Verbindung der beiden Druckkammern ergibt sich folgende Funktionsweise: Das Fluid wird pumpeneingangsseitig angesaugt, gelangt zwischen die kämmenden Zahnräder und von dort in die Druckkammern und zum Pumpenausgang. Bei (Fluid-) Druckgleichheit in den Druckkammern wird die Verschiebeeinheit durch die Druckfeder in eine Grundstellung gedrückt, in der die miteinander kämmenden Zahnräder mit ihrer gesamten Breite im gegenseitigen Eingriff stehen. Bei Erreichen einer oberen (Fluid-)Druckgrenze in der maximaldruckbegrenzten und die Druckfeder beherbergenden Druckkammer öffnet ein Überdruckventil, so dass aus dieser Druckkammer eine bestimmte Fluidmenge bei entsprechendem Druckabfall entweicht und in der Folge eine Axialverschiebung der Verschiebeeinheit ausgelöst wird, wenn die Summe aus dem reduzierten Druck und der Federkraft geringer ist als der Druck in der gegenüberliegenden Druckkammer. Durch die Axialverschiebung wird die Eingriffsbreite zwischen den beiden Zahnrädern reduziert, wodurch sich die Fördermenge der Zahnradpumpe verringert

und dadurch ein Druckabfall in beiden Druckkammern eintritt. Dabei unterschreitet das Druckniveau in der die Druckfeder aufweisenden Druckkammer die vorgegebene Druckgrenze (Solldruck), und es stellt sich mit der Kraft der Druckfeder ein Kräftegleichgewicht an der Verschiebeeinheit ein. Da nun die beiden Druckkammern über eine Drossel in hydraulischer Verbindung miteinander stehen, ergibt sich eine druckausgleichende Strömung des Fluids, beispielsweise Öls, aus der Druckkammer mit dem höheren Druck in die Druckkammer mit der Druckfeder, so dass der Druck in letzterer Druckkammer wieder steigt, und in Verbindung mit der Federkraft eine Rückverschiebung der Verschiebeeinheit einsetzt, die Eingriffsbreite zwischen den Zahnrädern zunimmt und die Fördermenge wieder steigt.

[0005] Auf diese Weise wird eine effektive Regelung eines sich in Bezug auf eine einstellbare Druckobergrenze in der maximaldruckbegrenzten Druckkammer einstellenden Druckniveaus in der Zahnradpumpe sichergestellt, und es wird verhindert, dass die Zahnradpumpe mit einer unnötig hohen Fördermenge bei entsprechend erhöhter Pumpenantriebsleistung arbeitet. Zur Druckbegrenzung in der maximaldruckbegrenzten Druckkammer kann auch eine mit dieser in Wirkverbindung stehende elektro-hydraulische Regeleinheit vorgesehen sein, der zur bedarfsgerechten Einstellung des Druckniveaus eine mit der Regeleinheit wirkverbundene Steuereinheit zugeordnet sein kann, welche mit einem mittels der Zahnradpumpe druckbeaufschlagten Verbraucheraggregat in Verbindung steht. Zur effektiven Druckausübung auf den Federkolben ist jedoch eine lineare Regelfeder mit einer entsprechend hohen Federkraft erforderlich, die einen größeren Pumpenbau- und auch ein größeres Gewicht der Zahnradpumpe bedingt. Auch der Einsatz einer konischen Druckfeder mit einer progressiven Federrate würde zu keiner wesentlichen Bauraumverkleinerung führen.

[0006] Es ist Aufgabe der Erfindung, den Bauraum einer Zahnradpumpe mit Fördermengenregelung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 zu verringern und damit auch deren Gewicht zu reduzieren.

[0007] Diese Aufgabe wird bei einer Zahnradpumpe nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch dessen kennzeichnende Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen aufgeführt.

[0008] Die Erfindung besteht darin, dass bei einer Zahnradpumpe mit einer die Fördermenge verändernden und zwischen einer ersten und einer zweiten Druckkammer verschiebbar angeordneten Verschiebeeinheit und einer in der zweiten Druckkammer an der Verschiebeeinheit abgestützten Druckfeder, die erste Druckkammer über ein Regelventil mit der zweiten Druckkammer verbunden ist. Dieses Regelventil ist dabei über einen mit der ersten Druckkammer verbundenen Druckumwandler mit einem mit diesem gekoppelten Steuergerät, in dem ein entsprechendes Kennfeld abgelegt ist, wirkverbunden. Die Fördermenge wird, wie bei den bekannten Zahnradpumpen mit einer Verschie-

beeinheit, über den Fluiddruck in den beiden Druckkammern und die daraus resultierende Stellung der Verschiebeeinheit geregelt.

[0009] Diese Regelung erfolgt bei einem vorbestimmten Soll-Fluiddruck am Ausgang der Zahnradpumpe. Wird vom Verbraucher eine größere Fluidmenge gefordert, insbesondere eine größere Ölmenge von einer Brennkraftmaschine infolge einer erhöhten Motordrehzahl, steigt infolge der an diese gekoppelten Drehzahl der Zahnradpumpe die angesaugte Fluidmenge. Diese größere Fluidmenge führt zu einer Erhöhung des Fluiddruckes in den beiden Druckkammern und am Ausgang der Zahnradpumpe, wobei sich mit der Druckfeder ein Kräftegleichgewicht an der Verschiebeeinheit einstellt. Die Fluiddruckerhöhung wirkt pumpenausgangsseitig auf den Druckumwandler, der dieses dem Steuergerät durch ein elektrisches Signal übermittelt. Auf der Grundlage des in diesem abgelegten Kennfeldes wird das Signal verarbeitet und das Regelventil gesteuert. Dieses ist nie völlig geschlossen, so dass ein Druckausgleich stattfinden kann.

[0010] Übersteigt der am Ausgang der Zahnradpumpe gemessene Fluiddruck den vorbestimmten Soll-Fluiddruck, muß die Fördermenge reduziert werden. Dieses erfolgt durch eine Vergrößerung der Durchgangsöffnung am Regelventil, die zu einer Fluiddruckerhöhung und mit dem durch die Druckfeder auf die Verschiebeeinheit ausgeübten Druck zu einer Gesamtdruckerhöhung in der zweiten Kammer führt. Das bestehende Kräftegleichgewicht wird gestört, und die Verschiebeeinheit wird in Richtung der ersten Druckkammer verschoben, wodurch die Fördermenge und damit auch der Fluiddruck reduziert werden.

[0011] Ein Nachlassen des Fluidbedarfs führt zu einer Verringerung des Fluiddruckes in der ersten Druckkammer und am Ausgang der Zahnradpumpe. Über den Druckumwandler und das Steuergerät wird die Durchgangsöffnung am Regelventil verkleinert, wodurch der Fluiddruck in der zweiten Druckkammer sinkt. Der Gesamtdruck, der nun unter dem Fluiddruck in der ersten Druckkammer liegt, veranlaßt ein Verschieben der Verschiebeeinheit in Richtung der zweiten Druckkammer, was eine Erhöhung der Fluid-Fördervolumens bzw. der Fluidmenge und eine Fluiddruckerhöhung am Ausgang der Zahnradpumpe nach sich zieht. Auf diese Weise regelt sich die Fördermenge der Zahnradpumpe bei einem vorgegebenen Soll-Fluiddruck je nach Anforderung selbsttätig. Eine große lineare Regelfeder wird nicht benötigt, wodurch die Zahnradpumpe kleiner gebaut werden kann. Das wirkt sich in einer Gewichts- und Materialeinsparung aus.

[0012] Die Zahnradpumpe kann durch ein zwischen deren Ausgang und deren Saugseite angeordnetes Überdruckventil maximaldruckbegrenzt sein. Wenn ein erhöhter Druck am Ausgang der Zahnradpumpe dieses Sicherheitsventil öffnet, kommt es zu einem Druckausgleich zwischen dem Ausgang und dem Eingang bzw. der Saugseite mit der Folge einer Druckreduzierung in

der ersten Druckkammer. Dadurch wird wiederum die Verschiebeeinheit in Richtung der ersten Druckkammer bewegt, und die Fördermenge wird verringert. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die Zahnradpumpe nicht eine unnötig hohe Menge Fluid fördert und Antriebsenergie verbraucht.

[0013] In einer bevorzugten Ausführung ist die Zahnradpumpe als Außenzahnradpumpe ausgebildet, bei der ein eingangsseitig drehfest an einer Antriebswelle angeordnetes Antriebszahnrad mit einem Abtriebszahnrad kämmt, das Bestandteil der Verschiebeeinheit ist. Diese weist eine Abtriebswelle auf, auf der das Abtriebszahnrad drehbar gelagert ist, das die erste Druckkammer begrenzt und das auf der dieser abgewandten Seite an einem drehfesten Federkolben anliegt, der, durch die Druckfeder beaufschlagt, die zweite Druckkammer definiert und begrenzt. Bei einer Axialverschiebung der Verschiebeeinheit wird die Eingriffsbreite zwischen den beiden Zahnradern vergrößert oder verkleinert, wodurch sich die Fördermenge erhöht bzw. verringert.

[0014] Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert. Die zugehörige Zeichnung zeigt einen Schnitt durch eine Außenzahnradpumpe mit an dieser angeordneten Regelkomponenten in einem Regelkreis, wobei die Darstellung schematisch ist.

[0015] Die Zahnradpumpe weist eingangsseitig eine am Pumpengehäuse 1 und einem Pumpendeckel 2 gelagerte Antriebswelle 3 mit einem drehfest an dieser angeordneten Antriebszahnrad 4 auf. Dieses ist an seinen Stirnseiten vom Pumpengehäuse 1 und dem Pumpendeckel 2 eingeschlossen und axial positioniert. Mit dem Antriebszahnrad 4 kämmt ein Abtriebszahnrad 5, das mit einem Federkolben 6 eine Verschiebeeinheit 7 bildet, die auf einer am Pumpengehäuse 1 und am Pumpendeckel 2 gehaltenen Abtriebswelle 8 verschiebbar angeordnet ist, wobei das Abtriebszahnrad 5 drehbar auf der Abtriebswelle 8 gelagert ist. Der Federkolben 6, durch eine am Pumpendeckel 2 abgestützte Druckfeder 9 beaufschlagt, liegt am Abtriebszahnrad 5 an, ist jedoch nicht drehbar, so dass das Abtriebszahnrad 5 bei einer Drehbewegung an diesem gleitet. Auf seiner der Druckfeder 9 abgewandten Stirnseite bildet das Abtriebszahnrad 5 mit der Gehäusewandung eine erste Druckkammer 10 und der Federkolben 6 mit der Gehäusewandung und dem Pumpendeckel 2 eine zweite Druckkammer 11 aus. Die Position der Verschiebeeinheit 7 in Bezug zum Antriebszahnrad 4 wird durch die Differenz der in den beiden Druckkammern 10 und 11 auf die Verschiebeeinheit wirkenden Druckkräfte bestimmt.

[0016] Die erste Druckkammer 10 ist über ein pulsweitenmodliertes Magnetventil 12 mit der zweiten Druckkammer 11 verbunden, das über einen mit der ersten Druckkammer 10 verbundenen Druckumwandler 13 mit einem mit diesem gekoppelten Steuergerät 14 wirkverbunden ist. Im Steuergerät 14 ist ein Kennfeld abgelegt, das die Beziehung zwischen dem jeweiligen

durch den Druckumwandler 13 an das Steuergerät 14 übermittelten elektrischen Signal und dem Steuersignal für das Magnetventil 12 enthält, so dass jedem gemessenen Druckwert, der in ein elektrisches Signal umgewandelt wird, ein bestimmter elektrischer Impuls für das Magnetventil 12 zugeordnet ist.

[0017] Zwischen dem Eingang E der Zahnradpumpe im Anordnungsbereich des Antriebszahnrades 4, an der ein Öldruck von im wesentlichen 1 bar anliegt, und dem Ausgang A im Anordnungsbereich des Abtriebszahnrades 5, für der ein Soll-Fluidruck von 3, 5 bar bis 4, 5 bar vorbestimmt ist, ist ein Überdruckventil 15 angeordnet, das dazu dient, in der Druckkammer 10 einen maximalen Druck in Höhe von etwa 5 bar zuzulassen. Des Weiteren ist die zweite Druckkammer 11 über eine im Pumpendeckel 2 ausgebildete Druckausgleichsleitung 16 mit einer als Drossel wirkenden Leitungseinengung 17 versehen, die mit dem Eingang E verbunden ist und die einem Druckausgleich dient.

[0018] Zu Beginn der Ölförderung durch die Zahnradpumpe entspricht der Öldruck in den beiden Druckkammern 10 und 11 dem eingangsseitigen Saugdruck von etwa 1 bar, wobei die Verschiebeeinheit 7 mit dem Abtriebszahnrad 5 durch die Druckfeder 9 in Richtung der stirnseitigen Gehäusewandung der Druckkammer 10 verschoben ist, so dass die Eingriffsbreite B des Abtriebszahnrades 5 mit dem Antriebszahnrad 4 minimal ist. Das Magnetventil 12 ist wenig geöffnet. Infolge der Ölförderung durch das Antriebszahnrad 4 steigt der Öldruck P1 in der Druckkammer 10 und am Ausgang A der Zahnradpumpe an, verbunden mit einer Verschiebung der Verschiebeeinheit 7 in Richtung der Druckkammer 11 und einer weiteren Erhöhung des Fördervolumens. Übersteigt der Öldruck P1 am Ausgang A den vorbestimmten Soll-Öldruck, ist also das Fördervolumen zu groß, erfolgt über den Druckumwandler 13 und die Steuereinheit 14 eine Vergrößerung der Durchgangsöffnung des Ventils 12, wodurch der Öldruck P2 in der Druckkammer 11 zunimmt. Die Verschiebeeinheit 7 mit dem Abtriebszahnrad 4 wird in Richtung der Druckkammer 10 verschoben, wodurch die Eingriffsbreite B der beiden Zahnräder 4 und 5 verringert wird. Damit verbunden ist eine Verringerung des Fördervolumens und damit auch des Öldruckes P1 in der Druckkammer 10 und am Ausgang A.

[0019] Die Druckausgleichsleitung mit der Drossel 17 bewirkt eine Verringerung des Öldruckes P2 und damit auch des Gesamtdruckes in der Druckkammer 11, so dass die Verschiebeeinheit 7 wieder nach deren Richtung verschoben wird. Dadurch wird die Eingriffsbreite B der beiden Zahnräder 4 und 5 vergrößert, die das Öl-Fördervolumen pro Zahnradumdrehung bestimmt. Die geförderte Ölmenge steigt wieder und damit auch der Druck P1 in der Druckkammer 10 und an der Ausgangsseite A, wobei dieser Anstieg von der Drehzahl des Antriebszahnrades 4 mitbestimmt wird.

[0020] Wird ausgangsseitig eine große Öl-Fördermenge abverlangt, muß der Öldruck in der Druckkam-

mer 10 rasch ansteigen. Dazu signalisiert der Druckgeber 9, dass der Öldruck P1 an der Ausgangsseite A zu gering ist. Über das Steuergerät wird die Durchgangsöffnung des Ventils 12 verringert, wodurch der Druck P2 nicht mehr in dem Maße wie der Druck P1 steigt, und die Verschiebeeinheit 7 bewegt sich unter Vergrößerung der Eingriffsbreite B der beiden Zahnräder 4 und 5 weiter in Richtung der Druckkammer 11 und bewirkt eine Erhöhung des Fördervolumens und des Öldrucks P1.

[0021] Sinkt die Öl-Fördermenge und damit auch der Öldruck P1, weil sich beispielsweise die Drehzahl der Antriebswelle 4 verringert, wird die Durchgangsöffnung des Ventils 12 verkleinert, der Druck P2 verringert sich, und die Verschiebeeinheit 7 wird bei Vergrößerung der Eingriffsbreite B wieder in Richtung der Druckkammer 11 verschoben, wodurch die Öl-Fördermenge pro Umdrehung der Zahnräder 4 und 5 gesteigert wird.

Bezugszeichenliste

[0022]

1	Pumpengehäuse
2	Pumpendeckel
3	Antriebswelle
4	Antriebszahnrad
5	Abtriebszahnrad
6	Federkolben
7	Verschiebeeinheit
8	Abtriebswelle
9	Druckfeder
10	Druckkammer
11	Druckkammer
12	Magnetventil
13	Druckumwandler
14	Steuergerät
15	Überdruckventil
16	Druckausgleichsleitung
17	Drossel
A	Ausgang
B	Eingriffsbreite
E	Eingang
P	Gesamtdruck
P1	Öldruck
P2	Öldruck

Patentansprüche

1. Zahnradpumpe mit Fördermengenregelung, mit einer die Fördermenge verändernden Verschiebeeinheit, die zwischen einer ersten und einer zweiten Druckkammer verschiebbar angeordnet ist, wobei die zweite Druckkammer eine zusätzlich auf die Verschiebeeinheit wirkende Druckfeder aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Druckkammer (10) über ein Regelventil (12) mit der zweiten Druckkammer (11) verbunden ist, das über ei-

nen mit der ersten Druckkammer (10) verbundenen Druckumwandler (13) mit einem mit diesem gekoppelten Steuergerät (14) mit einem entsprechenden Kennfeld wirkverbunden ist.

5

2. Zahnradpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckkammer (10) durch ein mit der Saugseite (E) der Zahnradpumpe verbundenes Überdruckventil (15) maximaldruckbegrenzt ist. 10
3. Zahnradpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckkammer (11) über eine Drossel (17) mit der Saugseite (E) der Zahnradpumpe verbunden ist. 15
4. Zahnradpumpe nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drossel (17) als querschnittsreduzierte Durchgangsbohrung ausgebildet ist. 20
5. Zahnradpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zahnradpumpe als Außenzahnradpumpe ausgebildet ist. 25
6. Zahnradpumpe nach Anspruch 1 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese eingangsseitig eine am Pumpengehäuse (1) gelagerte Antriebswelle (3) mit einem drehfest angeordneten Antriebszahnrad (4) aufweist, mit dem ein die Druckkammer (10) begrenzendes, mit dem Pumpenausgang (A) korrespondierendes und drehbar auf einer Abtriebswelle (8) gelagertes Abtriebszahnrad (5) als Bestandteil der Verschiebeeinheit (7) kämmt, an dem ein die zweite Druckkammer (11) begrenzender und auf der Abtriebswelle (8) drehfest angeordneter Federkolben (6) und an diesem die Druckfeder (9) anliegt, und dass die Verschiebeeinheit (7) in Abhängigkeit einer Druckdifferenz zwischen den beiden Druckkammer (10, 11) gegenüber dem Antriebszahnrad (4) verschiebbar ist. 30
35
40

45

50

55

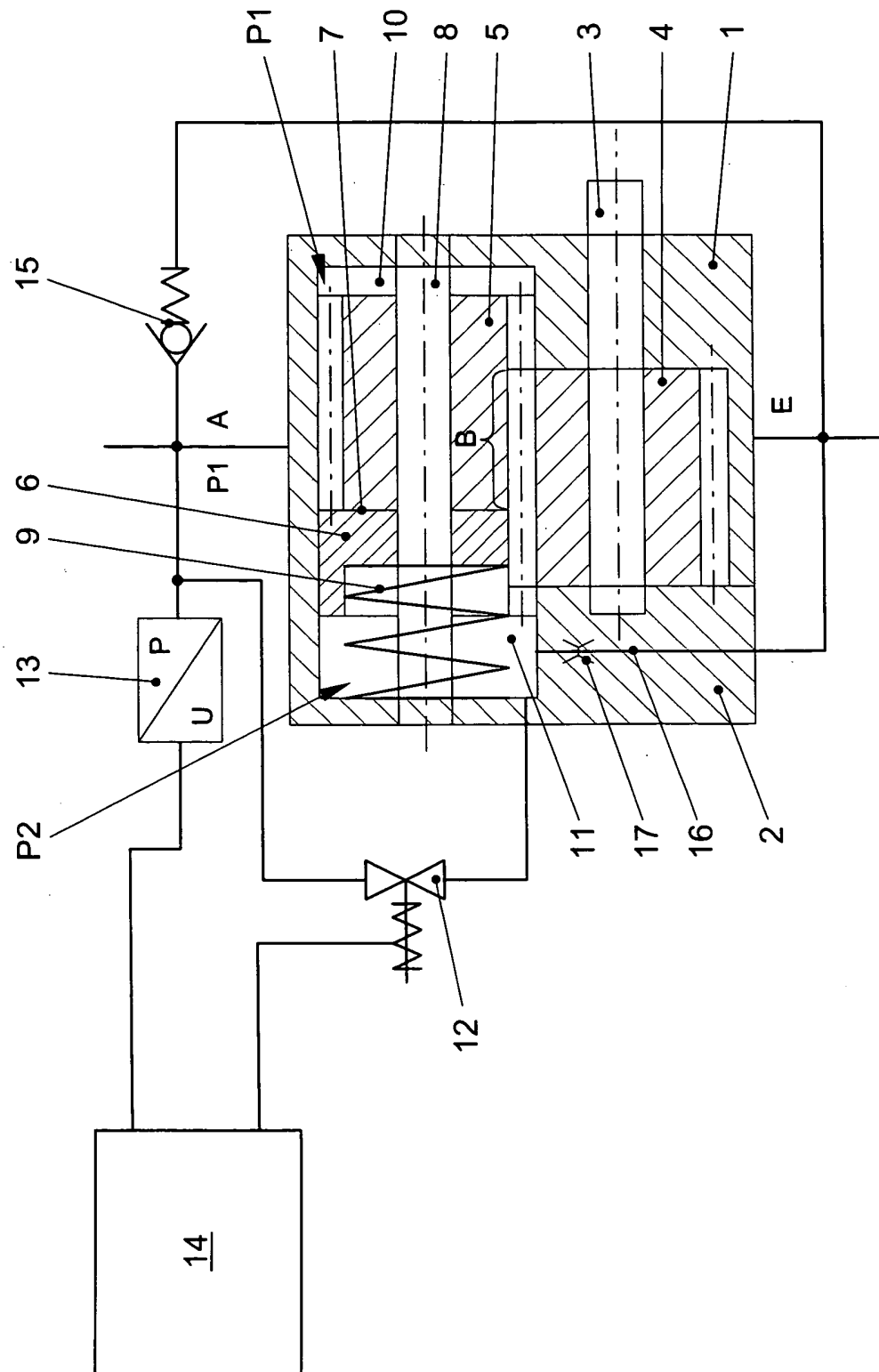


FIG. 1