

(19)



(11)

**EP 2 884 076 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**17.06.2015 Patentblatt 2015/25**

(51) Int Cl.:  
**F02D 1/02 (2006.01)**      **F02M 37/08 (2006.01)**  
**F02D 41/38 (2006.01)**      **F02D 41/40 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **14188563.2**

(22) Anmeldetag: **10.10.2014**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(71) Anmelder: **Continental Automotive GmbH**  
**30165 Hannover (DE)**

(72) Erfinder: **Kronenberg, Klaus**  
**65843 Sulzbach (DE)**

(30) Priorität: **14.10.2013 DE 102013220642**

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur Steuerung einer Dieselpumpe bei Nullförderung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung einer Dieselpumpe mit einem Rotor, bei Nullförderung. Erfindungsgemäß wird in einem Zustand der Nullförderung die Dieselpumpe angesteuert,

ein vorbestimmtes Volumen zu fördern. Ferner wird die Dieselpumpe bei einer vorbestimmten Position des Rotors angehalten, sobald die gewünschte Menge Kraftstoff gefördert ist.

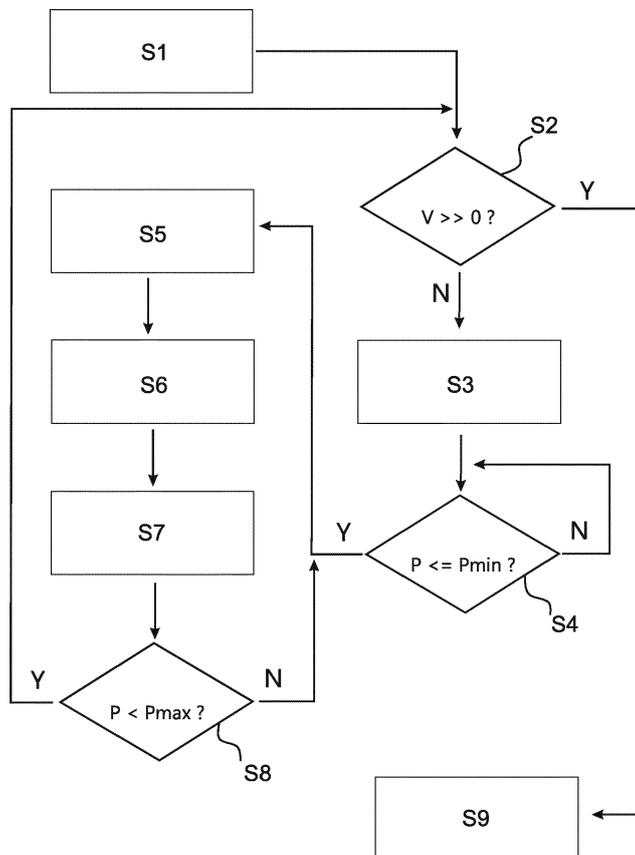


Fig. 1

**EP 2 884 076 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Bei Dieselfahrzeugen kommt, bedingt durch den Kraftstofftyp, eine Pumpe nach dem Verdrängerprinzip zum Einsatz. Eine solche Pumpe kennzeichnet eine sehr geringe interne Leckage im Gegensatz zu Pumpen nach dem Turbinenprinzip, die insbesondere bei Benzinmotoren eingesetzt werden. In der Regel ist damit eine (Mindest-) Drehzahl an eine (Mindest-) Fördermenge gebunden.

**[0002]** Eine per Software realisierte Drehzahlsteuerung der Pumpe kann demzufolge bei fehlender oder geringer Kraftstoffabnahme keine Lösung bieten. Durch die hohe hydraulische Steifigkeit und dem daraus resultierenden hohen Gegendruck auf die Pumpenstufe wird der Antrieb blockiert und er verliert seine Synchronisation zur Ansteuerung.

**[0003]** Im Zuge der Verbrauchsoptimierung von Kraftfahrzeugen besteht ein Interesse an bedarfsgerechter Kraftstoffförderung. Hierdurch wird die mittlere Leistungsaufnahme der Kraftstoffversorgung verringert. Insbesondere bei in einem geschlossenen Druck-Regelkreis arbeitendem System ist dieses der Fall.

**[0004]** Eine Verbesserung konnte erreicht werden unter anderem durch die Um-Dimensionierung bzw. den Entfall von Saug-Strahlpumpen und Überdruckventilen, wodurch Betriebsbedingungen erreicht werden können, in welchen bei konstantem Soll-Druck kein bzw. kaum Kraftstoff entnommen wird.

**[0005]** Eine Optimierung der Software konnte prinzipiell den drehzahldynamischen Bereich nach unten erweitern und existierende Kundenanfragen befriedigen. Es ist jedoch abzusehen, dass dieser Zustand zukünftig keine ausreichende Lösung darstellt.

**[0006]** Eine weitere Verbesserung wird durch den Gegenstand der jeweiligen unabhängigen Ansprüche erzielt. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen sind in den jeweiligen abhängigen Ansprüchen beschrieben.

**[0007]** Die Erfindung betrifft insbesondere den Zustand eines Kraftfahrzeuges, der als "Nullförderung" bezeichnet werden kann. Hierbei wird von einem Verbrennungsmotor kein oder zumindest kaum Kraftstoff abgenommen. Das geförderte Volumen an Kraftstoff im Zustand der Nullförderung liegt üblicherweise unter 2 l/h. Beispielsweise bei einer Schubabschaltung kann das geförderte Kraftstoffvolumen 0 l/h sein. Im Extremfall können bei einem leistungsstarken Motor unter Vollast bis zu 200 l/h an Kraftstoff über die Kraftstoffleitung zugeführt und abgenommen werden.

**[0008]** Im Allgemeinen weist ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Steuerung einer Dieselpumpe mit einem Rotor, bei Nullförderung, die Schritte Ansteuern der Dieselpumpe, Fördern eines vorbestimmten Volumens und Anhalten der Dieselpumpe bei einer vorbestimmten Position des Rotors auf.

**[0009]** Es wird angemerkt, dass die Förderung eines vorbestimmten Kraftstoff-Volumens zu einer Druckerhöhung in der Kraftstoffleitung führt, solange der Verbren-

nungsmotor keinen oder nur sehr wenig Kraftstoff verbraucht bzw. abnimmt, d. h. im Zustand der Nullförderung.

**[0010]** Bei Stillstand der Pumpe sinkt der Druck allmählich aufgrund interner Leckage. Sobald eine untere Schwelle erreicht wird, kann ein erneuter Anlauf der Pumpe für eine erneute Druckerhöhung sorgen.

**[0011]** Wichtig bei jedem Anhalten ist das gezielte Abstellen des Pumpenrotors, sodass bei einem Wiederanlaufen eine gegebenenfalls geräuschintensive Ausrichtphase des Rotors vermieden werden kann.

**[0012]** Gemäß einer Ausführungsform weist das Verfahren ferner den Schritt Erfassen einer aktuellen Position des Rotors aufweisend, wobei das Fördern eines vorbestimmten Volumens das Bewegen des Rotors bis zu einer vorbestimmten Position aufweist.

**[0013]** Wenn zum Beispiel die Dieselpumpe einen Sensor für die Erfassung einer Rotorposition aufweist, kann nicht nur beim Anhalten der Pumpe sondern auch beim Fördern eines vorbestimmten Kraftstoffvolumens über die Positionserfassung diese Förderung überwacht werden. Hierbei wird davon ausgegangen, dass eine Relation zwischen Rotorpositionsveränderung und Fördervolumen besteht.

**[0014]** Gemäß einer anderen Ausführungsform weist das Verfahren ferner den Schritt Erfassen eines Drehwinkels des Rotors auf, wobei das Fördern eines vorbestimmten Volumens das Bewegen des Rotors über einen vorbestimmten Drehwinkel aufweist.

**[0015]** Alternativ zu der oben beschriebenen Ausführungsform oder auch ergänzend kann ein Drehwinkelsensor an der Dieselpumpe vorgesehen sein, zur Überwachung der Bewegung und damit der Förderleistung der Dieselpumpe.

**[0016]** Gemäß noch einer anderen Ausführungsform kann das Ansteuern der Dieselpumpe ein Ansteuern im Einzelschrittbetrieb sein.

**[0017]** Ausgehend von einer bekannten Bewegung des Pumpenrotors als Reaktion auf einen Ansteuerungsimpuls kann auch basierend auf dieser Ausführungsform die Förderung des Kraftstoffs überwacht werden, wodurch das Fördern eines vorbestimmten Volumens zur Druckerhöhung in die Kraftstoffleitung gepumpt werden kann.

**[0018]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann es vorgesehen sein, dass das vorbestimmte Volumen mit einer vorbestimmten Drehzahl für eine vorbestimmte Zeit gefördert wird. Im Gegensatz zum Einzelschrittbetrieb wird hier nicht eine Mehrzahl von einzelnen Förderheiten sondern die gewünscht Gesamtmenge durch ein Festlegen einer Rotorgeschwindigkeit für eine bestimmte Dauer erzielt.

**[0019]** Für das Verfahren kann eine Startbedingung ein Unterschreiten eines vorbestimmten Mindestdrucks in einer Kraftstoffleitung sein und eine Endbedingung kann für das Verfahren ein Erreichen eines vorbestimmten Maximaldrucks in der Kraftstoffleitung sein.

**[0020]** Eine grundsätzliche Bedingung für einen Start

des Verfahrens ist, dass ein von der Dieselpumpe mit Kraftstoff versorgter Verbrennungsmotor keinen oder nur sehr wenig Kraftstoff verbraucht oder abnimmt, d. h. bei Schubabschaltung oder im Leerlauf, mit anderen Worten im Zustand der Nullförderung ist. Vorzugsweise ist vor einem Start des oben beschriebenen Verfahrens die Dieselpumpe angehalten worden.

**[0021]** Gemäß eines anderen Aspektes der Erfindung weist im Allgemeinen eine Vorrichtung zur Ansteuerung einer Dieselpumpe mit einem Rotor bei Nullförderung, eine Dieselpumpe, die zum Ansaugen von Kraftstoff mit einem Tank verbunden ist, einen Verbrennungsmotor, eine Kraftstoffleitung, die zwischen der Dieselpumpe und dem Verbrennungsmotor angeordnet ist, und eine Steuereinheit auf, die eingerichtet ist, die Dieselpumpe gemäß dem oben beschriebenen Verfahren zu steuern.

**[0022]** Gemäß einer Ausführungsform kann die Dieselpumpe und insbesondere die Position des Rotors der Dieselpumpe auf der Basis einer Gegen-Elektromotorischen Kraft (Gegen-EMK) zusammen mit einem Leitungsdruck gesteuert werden.

**[0023]** Als Mittel zur Überwachung der Fördermenge kann die Vorrichtung ferner zumindest einen Positionssensor, einen Drehwinkelsensor und/oder einen Kraftstoffleitungsdrucksensor aufweisen.

**[0024]** Gemäß eines anderen Aspekts der Erfindung wird ein Computerprogramm bereitgestellt, das alle Schritte eines Verfahrens ausführt, wenn es auf einer Steuereinheit einer Vorrichtung wie oben beschrieben abläuft. Ein entsprechendes Computerprogramm wird vorzugsweise in einen Arbeitsspeicher einer Steuereinheit geladen. Die Steuereinheit oder ein Datenprozessor ist somit ausgestattet, das Verfahren gemäß der Erfindung auszuführen.

**[0025]** Insbesondere können Ansteuerungs-Parameter der Dieselpumpe über das Computerprogramm vorgegeben werden. Beispielsweise können die Parameter für eine Einzelschrittsteuerung oder auch eine Drehzahl und/oder eine Dauer festgelegt werden. Diese Parameter bedingen eine Leistungsaufnahme pro Zeiteinheit von der Dieselpumpe.

**[0026]** Ferner betrifft die Erfindung auch ein computerlesbares Medium wie eine CD-ROM oder ein FLASH-Speicherelement, in welcher das Computerprogramm gespeichert sein kann. Jedoch kann das Computerprogramm ebenfalls über ein Netzwerk wie das Internet bereitgestellt werden und kann in den Arbeitsspeicher der Steuereinheit aus diesem Netzwerk heruntergeladen werden.

**[0027]** Es wird angemerkt, dass Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf unterschiedliche Gegenstände beschrieben werden. Insbesondere werden einige Ausführungsformen in Bezug auf Vorrichtungsansprüche und andere Ausführungsformen in Bezug auf Verfahrensansprüche beschrieben. Jedoch wird ein Fachmann von der obigen und der folgenden Beschreibung zusätzlich zu jeder Kombination von Merkmalen, die zu einer Art von Gegenstand gehören, eben-

falls jede Kombination zwischen Merkmalen erkennen, die zu unterschiedlichen Gegenständen beschrieben sind. Dies alles zählt zur Gesamtoffenbarung der Anmeldung.

**[0028]** Oben beschriebene Aspekte und weitere Aspekte, Merkmale und Vorteile der Erfindung können ebenfalls aus den Beispielen von Ausführungsformen entnommen werden, die im Folgenden unter Bezugnahme auf die anhängenden Zeichnungen beschrieben werden. Es wird angemerkt, dass die Erfindung nicht auf diese Ausführungsformen beschränkt ist.

**[0029]** Fig. 1 ist ein Flussdiagramm zur schematischen Darstellung des Verfahrens gemäß der Erfindung.

**[0030]** Fig. 2 ist eine schematische Darstellung eines Systems gemäß der Erfindung.

**[0031]** In den Figuren werden gleiche Bezugszeichen für gleiche oder zumindest ähnliche Elemente, Komponenten oder Aspekte verwendet. Es wird angemerkt, dass im Folgenden Ausführungsformen im Detail beschrieben werden, die lediglich illustrative und nicht beschränkend sind.

**[0032]** Fig. 1 ist ein Flussdiagramm, welches prinzipiell die Schritte eines Verfahrens zur Steuerung einer Dieselpumpe aufzeigt. Es wird angemerkt, dass die beschriebenen Schritte Haupt-Schritte sind, wobei diese Haupt-Schritte in Unter-Schritte differenziert und unterteilt werden können. Außerdem können weitere Unter-Schritte zwischen den Haupt-Schritten vorgesehen sein. Daher ist ein Unter-Schritt lediglich genannt, wenn dieser Schritt wichtig für das Verständnis des Prinzips des Verfahrens gemäß der Erfindung ist.

**[0033]** In Schritt S1 kennzeichnen den Beginn eines Verfahrens gemäß der Erfindung.

**[0034]** In Schritt S2 wird abgefragt, ob eine Kraftstoff-Abnahme von Seiten des Verbrennungsmotors vorliegt und wie hoch diese ist. Diese Abfrage kann beispielsweise auf der Basis eines Signals eines Durchflusssensors an der Kraftstoffleitung vorgenommen werden.

**[0035]** Für den Fall, dass eine Kraftstoffabnahme vorliegt, die deutlich größer als null ist, wird das Verfahren im Schritt S9 wieder beendet.

**[0036]** Für den Fall, dass der Zustand der Nullförderung festgestellt wird, wird in Schritt S3 die Dieselpumpe gezielt abgestellt. Bei stehender Dieselpumpe wird in Schritt S4 der Druck in der Kraftstoffleitung abgefragt und mit einem vorbestimmten Mindestdruck verglichen. Solange der Leitungsdruck nicht unter diesen Mindestdruck sinkt, wird immer wieder die Abfrage in Schritt S4 durchgeführt.

**[0037]** Sollte die Abfrage in Schritt S4 ergeben, dass der Leitungsdruck unter den Mindestdruck gesunken ist, wird in Schritt S5 die Dieselpumpe angesteuert um in Schritt S6 ein vorbestimmtes Volumen zu fördern. In Schritt S7 wird dann die Dieselpumpe wieder abgestellt, wobei der Rotor in einer spezifischen Position angehalten wird.

**[0038]** In Schritt S8 wird überwacht, ob die gewünschte Druckerhöhung erreicht wurde. Sollte dies nicht der Fall

sein, werden die Schritte S5, S6 und S7 erneut ausgeführt, d. h. die Pumpe aktiviert, Kraftstoff gefördert und dann die Pumpe wieder deaktiviert.

**[0039]** Sobald die Sensor-Abfrage in Schritt S8 ergibt, dass der Leitungsdruck einen maximalen Druck erreicht oder überschritten hat, wird erneut die Abfrage in Schritt S2 durchgeführt.

**[0040]** Solange der Zustand der Nullförderung vorliegt, wird immer wieder zeitweise die Dieselpumpe Kraftstoff fördern und damit den Druck in der Kraftstoffleitung zwischen vorgegebenen Grenzen (minimaler Druck  $P_{min}$  und maximaler Druck  $P_{max}$ ) halten.

**[0041]** Das Ende des Verfahrens in Schritt S9 bedeutet lediglich, dass kein Zustand der Nullförderung mehr vorliegt, d. h. dass der Verbrennungsmotor unter Last betrieben wird.

**[0042]** In Figur 2 ist schematisch ein System dargestellt, wobei das System eine Dieselpumpe in Form einer Niederdruck-Pumpe 1 in einer Kraftstoff-Fördereinheit 2 aufweist, die in einem Tank 3 vorgesehen sind, wobei ein Pumpen-Ansaugfilter 12 der Niederdruck-Pumpe 1 vorgeschaltet ist. Die Niederdruck-Pumpe 1 weist in dieser Ausführungsform einen Positionssensor 14 und einen Drehwinkelsensor 15 auf. Gemäß einer Ausführungsform kann die Dieselpumpe eine Gerotor-Pumpe sein. Es wird angemerkt, dass bei anderen Ausführungsformen weder der Positionssensor 14 noch der Drehwinkelsensor 15 vorgesehen sein können.

**[0043]** Über die Kraftstoffleitung 4 wird der Kraftstoff aus dem Tank 3 zu einer Hochdruck-Pumpe 8 gefördert, welche den Druck des Kraftstoffs erhöht und den Kraftstoff unter hohem Druck in einen Verbrennungsmotor 7 fördert. Es wird angemerkt, dass der Niederdruck in der Kraftstoffleitung 4 bis zu 8 bar betragen kann, wohingegen der Hochdruck am Verbrennungsmotor mehrere 100 bar hoch sein kann.

**[0044]** An der Kraftstoffleitung 4 ist ein Drucksensor 13 zur Überwachung des Drucks in der Kraftstoffleitung 4 vorgesehen. Über die Sensorleitung 11 wird ein Signal von dem Drucksensor 13 an eine Steuereinheit 6 übermittelt, die in Abhängigkeit von dem Sensorsignal über die Pumpen-Steuerleitung 10 die Niederdruck-Pumpe 1 ansteuert. Darüber hinaus können Signale des Positionssensors 14 und des Drehwinkelsensors 15 über die Pumpen-Steuerleitung 10 an die Steuereinheit 6 geleitet werden, so dass die entsprechenden Signale bei der Ansteuerung der Niederdruck-Pumpe 1 berücksichtigt werden können.

**[0045]** Die Steuereinheit 6 ist über eine Energieversorgungsleitung 9 mit einer Energiequelle (nicht dargestellt) verbunden.

**[0046]** Als gestrichelte Linie ist eine Kraftstoff-Rückführleitung 5 in Figur 2 eingezeichnet, durch welche zu viel geförderter Kraftstoff von der Hochdruckpumpe 8 zurück zur Fördereinheit 2 geführt werden kann.

**[0047]** Während die Erfindung im Detail in den Zeichnungen und der vorangegangenen Beschreibung illustriert und beschrieben wurde, sollen solche Illustrationen

und Beschreibungen lediglich als illustrativ oder exemplarisch angesehen werden und nicht als restriktiv. Die Erfindung ist nicht auf die offenbarten Ausführungsformen beschränkt. Andere Variationen der offenbarten Ausführungsformen können verstanden und bewirkt werden durch einen Fachmann beim Umsetzen der beanspruchten Erfindung, aus dem Studium der Zeichnungen, der Offenbarung und der anhängenden Ansprüche. In den Ansprüchen schließt das Wort "aufweisen" andere Elemente oder Schritt nicht aus und der unbestimmte Artikel "ein" schließt eine Mehrzahl nicht aus.

**[0048]** Alleine der Umstand, dass einzelne Merkmale in unterschiedlichen abhängigen Ansprüchen genannt sind, soll nicht bedeuten, dass eine Kombination dieser Merkmale nicht vorteilhaft eingesetzt werden kann. Die Bezugszeichen in den Ansprüchen sollen den Umfang derselben nicht beschränken.

## 20 Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer Dieselpumpe mit einem Rotor, bei Nullförderung, wobei das Verfahren die Schritte aufweist:

Ansteuern der Dieselpumpe,  
Fördern eines vorbestimmten Volumens, und  
Anhalten der Dieselpumpe bei einer vorbestimmten Position des Rotors.

2. Verfahren nach Anspruch 1, ferner den Schritt Erfassen einer aktuellen Position des Rotors aufweisend, wobei das Fördern eines vorbestimmten Volumens das Bewegen des Rotors bis zu einer vorbestimmten Position aufweist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, ferner den Schritt Erfassen eines Drehwinkels des Rotors aufweisend, wobei das Fördern eines vorbestimmten Volumens das Bewegen des Rotors über einen vorbestimmten Drehwinkel aufweist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Ansteuern der Dieselpumpe ein Ansteuern im Einzelschrittbetrieb ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das vorbestimmte Volumen mit einer vorbestimmten Drehzahl für eine vorbestimmte Zeit gefördert wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 5, wobei eine Startbedingung für das Verfahren ein Unterschreiten eines vorbestimmten Mindestdrucks in einer Kraftstoffleitung ist und wobei eine Endbedingung für das Verfahren ein Erreichen eines vorbestimmten Maximaldrucks in der Kraftstoffleitung ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 6, wobei

vor dem Start des Verfahrens festgestellt wurde, dass ein von der Dieselpumpe mit Kraftstoff versorgter Verbrennungsmotor keinen Kraftstoff abnimmt und dass daraufhin die Dieselpumpe angehalten wurde.

5

8. Vorrichtung zur Ansteuerung einer Dieselpumpe mit einem Rotor bei Nullförderung, aufweisend:

eine Dieselpumpe, die zum Ansaugen von Kraftstoff mit einem Tank verbunden ist, 10  
 einen Verbrennungsmotor,  
 eine Kraftstoffleitung, die zwischen der Dieselpumpe und dem Verbrennungsmotor angeordnet ist, und 15  
 eine Steuereinheit, die eingerichtet ist, die Dieselpumpe gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 7 zu steuern.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, ferner zumindest einen Sensor aus der Gruppe aufweisen, bestehend aus Positionssensor, Drehwinkelsensor und Kraftstoffleitungsdrucksensor. 20

10. Computerprogramm, das alle Schritte eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 - 7 ausführt, wenn es auf einer Steuereinheit eines Kupplungssystems nach einem der Ansprüche 8 - 9 abläuft. 25

30

35

40

45

50

55

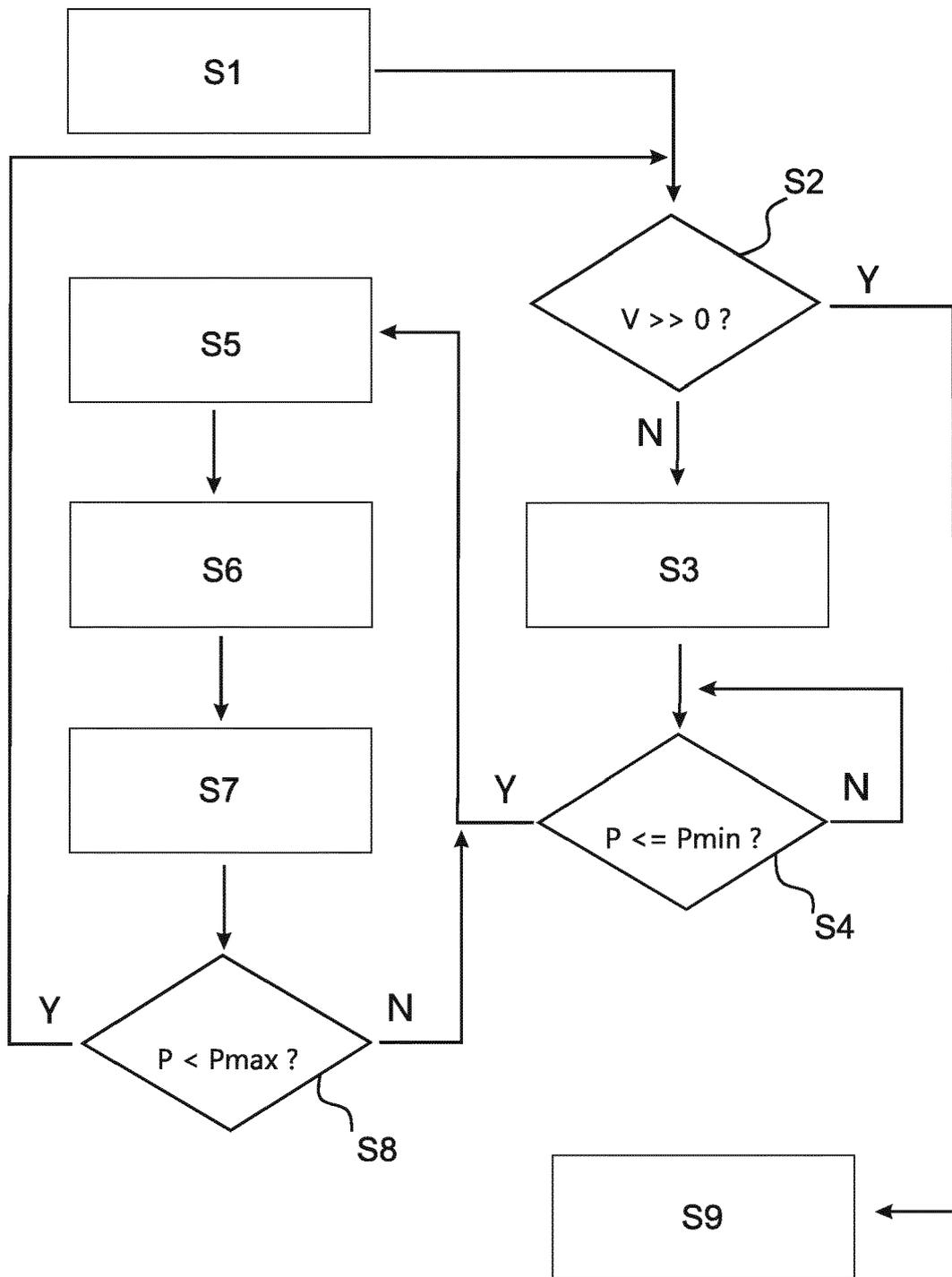


Fig. 1

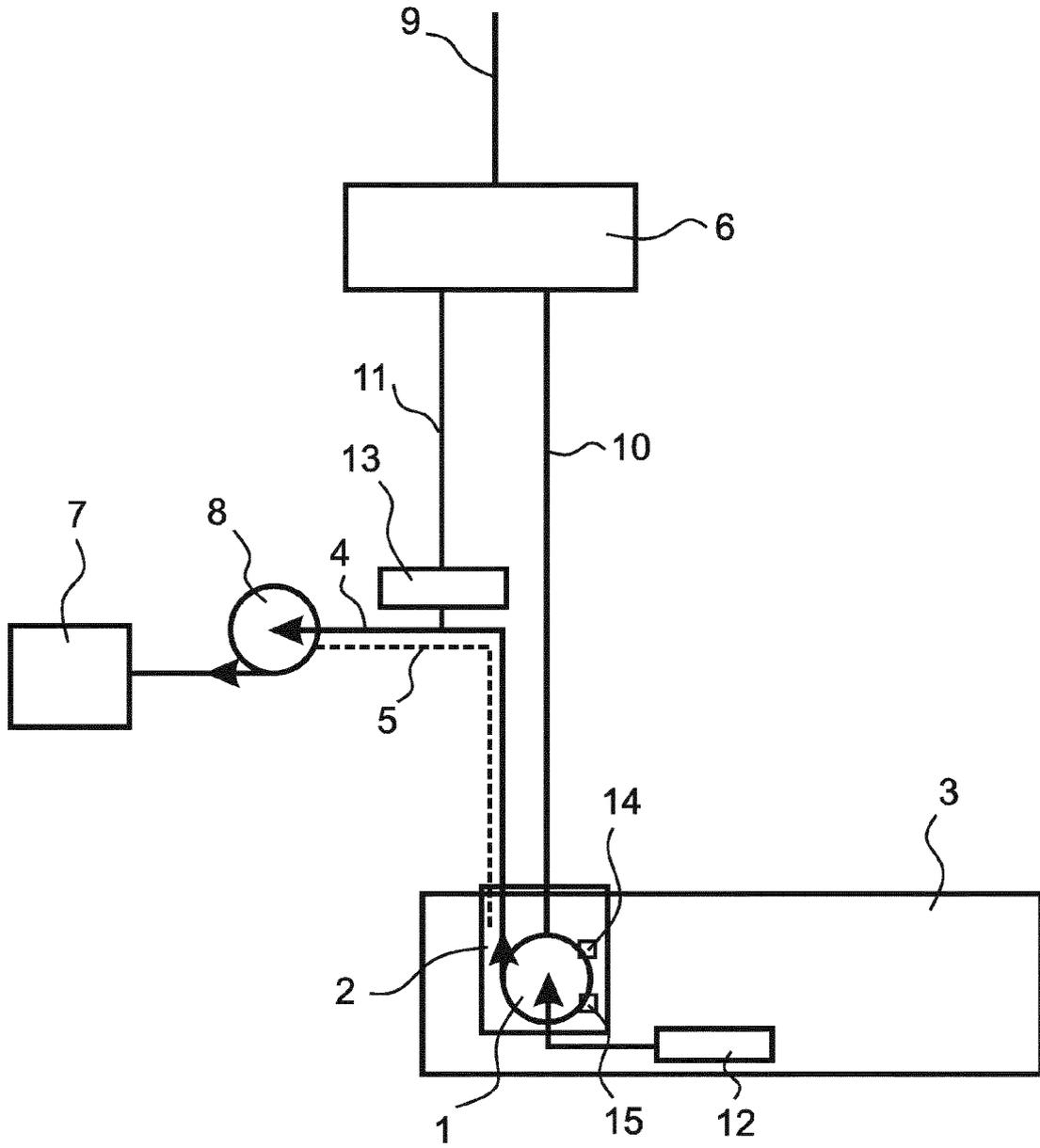


Fig. 2